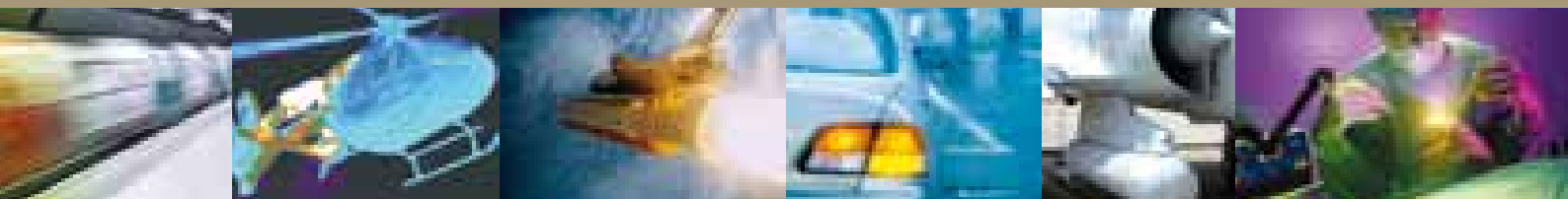


Formation Continue 2011-2012

# Développez vos compétences dans les domaines de l'optique



*Une formation adaptée à toutes les industries*



INSTITUT  
d'OPTIQUE   
GRADUATE SCHOOL

MEMBRE FONDATEUR  
**ParisTech**  
BOULEVARD DES SEIGNES ET TECHNOLOGIES  
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

**INSTITUT  
d'OPTIQUE**  
**GRADUATE SCHOOL**



# Sommaire

Présentation de l'Institut d'Optique	p.4-5
Formation continue	p.6-7
Introduction	p.8
Calendrier des stages	p.9

## LES FONDAMENTAUX

■ EF1	L'Optique sans calcul	p.10-11
■ EF2	Bases de l'optique	p.12-13
■ EF3	Radiophotométrie	p.14-15
■ EF4	Infrarouge thermique : principes	p.16-17
■ EF5	Colorimétrie - <b>Nouveau</b>	p.18-19

## LOGICIELS DE CAO POUR L'OPTIQUE

■ CAO1	Initiation à la conception optique avec Zemax SE	p.20-21
■ CAO2	Conception optique avancée avec Zemax	p.22-23
■ CAO3	Conception optique avec Code V	p.24-25
■ CAO4	Conception photométrique avec Lighttools	p.26-27
■ CAO5	Couches minces optiques : initiation à TFCalc	p.28-29

## COMPOSANTS ET MÉTHODES OPTIQUES

■ CM1	Optomécanique	p.30-31
■ CM2	Interférométrie optique : principes et applications industrielles et scientifiques	p.32-33
■ CM3	Fabrication et contrôle optique	p.34-35
■ CM4	Optoélectronique	p.36-37
■ CM5	Lasers : principes et utilisation	p.38-39
■ CM6	Les fibres optiques : fonctionnement et applications	p.40-41
■ CM7	Instrumentation optique pour mesures de grandeurs physiques	p.42-43
■ CM8	Optique diffractive - <b>Nouveau programme</b>	p.44-45
■ CM9	LEDs : caractérisation et utilisation	p.46-47

## CAPTEURS ET SYSTEMES OPTIQUES :

■ CS1	Systèmes pour l'imagerie	p.48-49
■ CS2	Anatomie d'une caméra infrarouge	p.50-51
■ CS3	Systèmes optroniques	p.52-53
■ CS4	Laser safety officer - <b>Nouveau</b>	p.54-55
■ CS5	Réseaux optiques à très haut débit	p.56-57
■ CS6	Imagerie numérique	p.58-59

Informations pratiques	p.60
Plans d'accès	p.61
Conditions	p.62
Bulletin d'inscription	p.63

# L'Institut d'Optique Graduate School

*L'Institut d'Optique Graduate School, par sa structure, ses implantations sur le plateau de Saclay, en Rhône-Alpes et en Aquitaine et son secteur d'activité, jouit d'un positionnement exceptionnel. L'optique irrigue aujourd'hui de nombreux secteurs comme l'aérospatial, la défense, les télécommunications, l'énergie, les sciences de l'image et du signal, les nanotechnologies. Elle diffuse vers des secteurs industriels aussi variés que les transports, l'agroalimentaire, l'environnement...*

## **Une école d'ingénieurs de très haut niveau**

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

## **Un pôle recherche de réputation internationale**

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

## **Des liens étroits avec l'industrie**

L'Institut d'Optique Graduate School a développé depuis des décennies des liens étroits avec l'industrie. Ces liens sont généralement tissés au niveau des laboratoires par les collaborations classiques telles que les travaux de thèse.

Ils sont renforcés par IOTechIngénierie qui dispose de forces d'ingénierie propres capables de répondre aux sollicitations industrielles dans les délais et les contraintes généralement imposées dans ce milieu.

## **L'optique omniprésente dans l'industrie**

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

Son rôle est croissant dans l'environnement et les éco-industries (analyse et traitement de l'eau, de l'air, des déchets). Son impact sur la société devient de plus en plus important.

## **L'Institut d'Optique Graduate School**

L'Institut d'Optique Graduate School existe depuis 1920. C'est un établissement associant formation et recherche au plus haut niveau. Il accueille 500 personnes sur les sites de Palaiseau, Saint-Etienne et Bordeaux (ouverture en septembre 2012).



### Formation initiale

- Cycle d'ingénieur- 3 filières : classique, innovation-entrepreneur, par apprentissage
- Cycle Master recherche et Master Européen Erasmus Mundus
- Etudes doctorales
- CFA-SupOptique, centre de formation par apprentissage

### Formation continue

A l'Institut d'Optique *Graduate School* et au sein des entreprises

### Recherche

- **Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique**, une unité mixte de recherche Institut d'Optique *Graduate School*, du CNRS et de l'Université Paris-Sud 11. 6 groupes de recherche de visibilité internationale.
- **Equipe ERIS du laboratoire Hubert Curien**, unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université Jean Monnet à Saint-Etienne.
- Ouverture depuis janvier 2011 du laboratoire LP2N, unité mixte de recherche du CNRS, de l'Institut d'Optique *Graduate School* et de l'Université de Bordeaux 1.

### Relations aux entreprises

- Centre de valorisation et de partenariat avec les entreprises : IOTech Ingénierie utilise les compétences présentes dans l'Établissement pour répondre à des besoins industriels
- CFA-SupOptique, centre de formation par apprentissage
- Service Formation Continue

### La labellisation Carnot de l'Institut d'Optique *Graduate School* (Avril 2006)

est la reconnaissance d'une bonne pratique du partenariat industriel (offre, contractualisation, suivi...).

Parmi les missions de l'Institut d'Optique figure, depuis sa création, celle de former les personnels des entreprises déjà en poste souhaitant découvrir ou se perfectionner dans l'optique et la photonique. Une mission plus que jamais d'actualité.

L'analyse des attentes des entreprises en matière de formation continue montre qu'elles concernent d'une part les entreprises du domaine de l'optique toujours demandeuses de formations pointues, mais également et en progression, les entreprises souhaitant former des personnels pas ou peu initiés à l'optique par leur formation d'origine.



# La Formation Continue en optique

Un besoin croissant des entreprises  
dans tous les grands secteurs industriels

Une évolution due à la présence de plus en plus importante des applications de l'optique dans des domaines très variés :

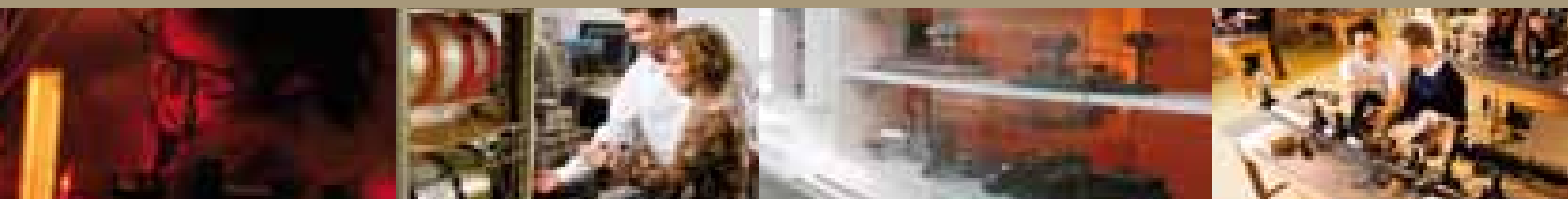
## Les nouveaux

- Transport / Automobile,
- Electronique,
- Matériaux,
- Agroalimentaire,
- Pharmaceutique,
- Cosmétique,
- Médical,
- Sécurité,
- Développement durable et environnement.

## Et les traditionnels

- Spatial,
- Défense,
- Télécom,
- Imagerie,
- Visualisation.

De très nombreux métiers sont aujourd'hui concernés par l'optique : instrumentation, utilisation de composants, maintenance, conception, industrialisation, mesure... mais aussi des métiers transverses comme l'analyse de systèmes complexes, la qualité ou encore la sécurité des systèmes.



## La formation inter-entreprise :

### Une offre diversifiée et en constante évolution

La formation inter-entreprise de l'Institut d'Optique est une offre qui a pour objectif de répondre aux besoins des entreprises en proposant des stages de grande qualité dans les thématiques de l'optique et la photonique. Elle tient compte des évolutions technologiques et le contenu des stages est réactualisé très régulièrement.

Cette formation constitue un moyen rapide d'acquérir le niveau de connaissance souhaité par l'Enseignement des Fondamentaux (stages EF), l'étude des logiciels de CAO pour l'Optique (stages CAO), l'apprentissage des composants et méthodes optiques (stages CM) ou des capteurs et systèmes optiques (stages CS). Les stages inter-entreprises sont aussi source de contacts et d'échanges sur des thématiques choisies.

Nos partenaires pour l'enseignement, des intervenants de haut niveau, conduisent les stagiaires vers les acquisitions de connaissances. Reconnus pour leurs prestations pédagogiques de qualité, ils sont professeurs à l'Ecole, chercheurs au laboratoire Charles Fabry ou industriels expérimentés experts dans leur domaine. Ils mettent en œuvre des méthodes pédagogiques adaptées : cours théoriques, travaux dirigés, avec l'application immédiate des notions abordées grâce aux salles de travaux pratiques du cycle d'ingénieur.

Ces stages s'adressent à toutes les catégories de personnels : opérateurs, techniciens, ingénieurs, chercheurs, technico-commerciaux... toute personne évoluant dans un environnement susceptible de le mettre en situation de questionnement vis-à-vis de problèmes optiques.

L'offre de stages du Service Formation Continue évolue en permanence pour accompagner le besoin des entreprises et permettre à l'établissement de remplir sa mission.

Les stages inter-entreprises sont programmés selon le calendrier présenté dans ce catalogue.

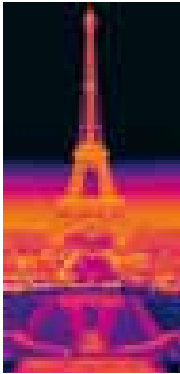
# Les thématiques

## ■ La caractérisation de composants ou de systèmes optiques

Comment évaluer et mesurer des grandeurs optiques qui caractérisent un faisceau lumineux ?

Comment en déduire les performances des objets traversés ou structurés par la lumière ?

Domaines d'application : Electronique, Matériaux, Agroalimentaire, Pharmaceutique, Cosmétique, Médical, Développement durable et environnement...



## ■ L'imagerie, la visualisation

L'une des missions de l'optique est de permettre la mise en évidence de ce qui parfois n'est pas visible, par l'utilisation de moyens particuliers - l'infrarouge - ou par des techniques d'éclairage ou de visualisation adaptée.

Domaines d'application : Electronique, Cosmétique, Médical, Sécurité, Défense...

## ■ La transmission ou le recueil de l'information

Il est possible de transmettre des informations de manière très fiable par méthode optique, soit en très grand nombre, soit avec une très grande rapidité. Ce potentiel est lié à la nature remarquable du photon, particulièrement insensible à l'environnement électromagnétique.

Domaines d'application : Transport / Automobile, Sécurité, Spatial, Défense, Télécom...

## ■ L'optique classique et fondamentale

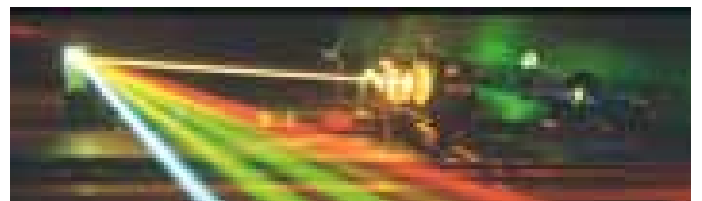
Propagation de la lumière, réflexion, réfraction, milieux optiques.

Domaines d'application : Transport / Automobile, Spatial, Défense, Imagerie, Visualisation...

## ■ La mesure

La lumière a des propriétés qui sont modifiables par certains paramètres physiques. Mesurer ces modifications permet de quantifier des grandeurs physiques.

Domaines d'application : Transport / Automobile, Electronique, Médical, Développement durable et environnement, Défense...



## ■ L'environnement de l'optique, les métiers connexes et liés à l'optique

L'électronique et la mécanique sont en général très liées à l'optique pour constituer des systèmes complets. Réciproquement, les mécaniciens et les électroniciens sont amenés à manipuler des concepts optiques auxquels ils ne sont pas préparés.

Domaines d'application : Transport / Automobile, Electronique, Spatial, Défense, Télécom...



# La Formation intra-entreprise



Une réponse à des besoins spécifiques

Le Service Formation Continue répond également à des besoins spécifiques de formation pour l'entreprise avec les stages intra-entreprises. Ces stages vont de la reproduction d'un stage du catalogue ou son adaptation au besoin propre jusqu'à la création d'un stage sur mesure.

Les objectifs et la forme du stage sont définis en concertation avec l'entreprise :

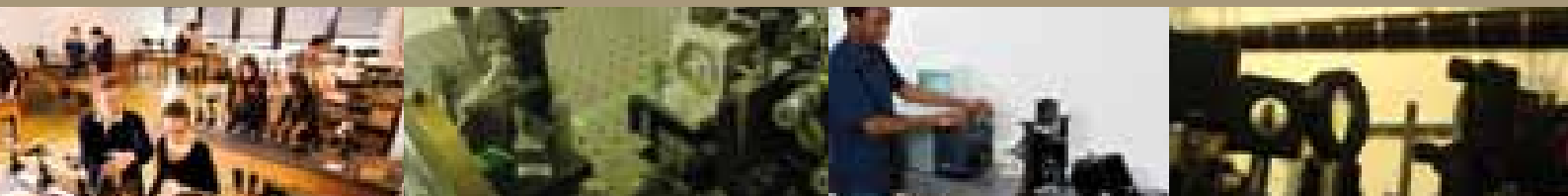
- Approfondissement des compétences, acquisition de nouvelles compétences, reconversion en tenant compte des niveaux et attentes des participants.
- Choix de la méthode pédagogique : cours, travaux dirigés, travaux pratiques avec le matériel de l'école ou celui de l'entreprise.

Les stages peuvent se dérouler à l'Institut d'Optique ou dans les locaux de l'entreprise.

La durée est définie et proposée en fonction des objectifs et des niveaux des stagiaires. Elle peut aller d'une journée à plusieurs mois.

L'intérêt premier du stage intra-entreprise est la possibilité de construire un programme complètement en adéquation avec les besoins de plusieurs stagiaires d'une même entreprise tout en minimisant les coûts de formation.

Nos stages peuvent être exécutés en français ou en anglais.



### Détail du calendrier des stages 2011 - 2012

	N° du stage	Durée en jours	Dates
<b>LES FONDAMENTAUX</b>			
L'Optique sans calcul	EF1	3	du 6 au 8 décembre 2011 du 2 au 4 mai 2012
Bases de l'optique	EF2	2x5	du 3 au 7 octobre 2011 et 17 au 21 octobre 2011 du 5 au 9 mars 2012 et du 19 au 23 mars 2012
Radiophotométrie	EF3	5	du 2 au 6 avril 2012
Infrarouge thermique : principes	EF4	5	du 27 février au 2 mars 2012
Colorimétrie <b>Nouveau</b>	EF5	2	du 10 au 11 mai 2012
<b>LOGICIELS DE CAO POUR L'OPTIQUE</b>			
Initiation à la conception optique avec Zemax SE	CA01	3	du 9 au 11 mai 2012
Conception optique avancée avec Zemax	CA02	3	du 6 au 8 juin 2012
Conception optique avec Code V	CA03	5	du 4 au 8 juin 2012
Conception photométrique avec Lighttols	CA04	3	du 29 au 31 mai 2012
Couches minces optiques : initiation à TFCalc	CA05	2,5	du 25 au 27 juin 2012
<b>COMPOSANTS ET MÉTHODES OPTIQUES</b>			
Optomécanique	CM1	4	du 29 mai au 1 <sup>er</sup> juin 2012
Interférométrie optique : principes et applications industrielles et scientifiques	CM2	3	du 14 au 16 mai 2012
Fabrication et contrôle optique	CM3	3	du 8 au 10 février 2012
Optoélectronique	CM4	3	du 20 au 22 septembre 2011 du 18 au 20 septembre 2012
Lasers : principes et utilisation	CM5	5	du 14 au 18 novembre 2011 du 11 au 15 juin 2012
Les fibres optiques : fonctionnement et applications	CM6	5	du 18 au 22 juin 2012
Instrumentation optique pour mesures de grandeurs physiques	CM7	5	du 18 au 22 juin 2012
Optique diffractive <b>Nouveau programme</b>	CM8	4	du 28 novembre au 1 <sup>er</sup> décembre 2011
LEDs : caractérisation et utilisation	CM9	2	du 28 au 29 juin 2012
<b>CAPTEURS ET SYSTÈMES OPTIQUES</b>			
Systèmes pour l'imagerie	CS1	2x4	du 12 au 15 mars 2012 et du 26 au 29 mars 2012
Anatomie d'une caméra infrarouge	CS2	4	du 10 au 13 avril 2012
Systèmes optroniques	CS3	2x3	du 2 au 4 novembre 2011 et du 16 au 18 novembre 2011 du 5 au 7 novembre 2012 et du 19 au 21 novembre 2012
Laser safety officer <b>Nouveau</b>	CS4	3	du 21 au 23 novembre 2011 du 14 au 16 mars 2012
Réseaux optiques à très haut débit	CS5	4	du 5 au 8 juin 2012
Imagerie numérique	CS6	3	du 23 au 25 mai 2012



- 1 250 Euros H.T.  
(frais de repas :  
inclus dans le prix  
de la formation)

## Dates

- du 6 au 8 décembre 2011
- du 2 au 4 mai 2012

## >> Acquérir rapidement et simplement les notions de base de l'optique

### Thèmes abordés

- Nature de la lumière (onde / corpuscule).
- Sources de lumière (lumière blanche, laser...) et spectre optique (UV, visible, IR).
- 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 simples : lunette, viseur, collimateur, microscope, appareil photo.
- L'œil et ses défauts.

### Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Communiquer de façon efficace dans le domaine de l'optique, grâce à l'acquisition des notions de base et du vocabulaire.
- Utiliser au mieux les instruments optiques courants.
- Concevoir et mettre en place un montage optique simple.
- Comprendre le cahier des charges d'un instrument optique.

### Métiers concernés

- Bureau d'Étude, R&D, Fabrication / Production, Assurance qualité, SAV, Technico-commerciaux, Services achats...

### Méthode pédagogique

- Sur 3 jours, des présentations dynamiques et des démonstrations interactives permettent une compréhension intuitive et qualitative des phénomènes optiques.

Pour aller plus loin, le stage « Bases de l'optique (EF2) » approfondit l'étude des principes de l'optique et propose une première expérience de la conception en optique.

# Stage L'OPTIQUE SANS CALCUL

Durée

■ 3 jours

Public

- Ouvert à tous
- En particulier les personnes qui utilisent des techniques ou des instruments optiques sans être familiers des principes de l'optique

Nombre  
stagiaires

■ 10 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- NATURE DE LA LUMIÈRE****3 h 00**

- Ondes et particules (rayons lumineux).
- Diversité des sources lumineuses.
- Notion de spectre : UV, visible, IR, lumière blanche, laser.
- Propagation libre et guidée (fibres optiques).

**B- PHÉNOMÈNES DE RÉFLEXION ET DE RÉFRACTION****3 h 00**

- 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).

**C- LA LENTILLE SIMPLE****4 h 30**

- Tracé de rayons élémentaires dans une lentille.
- Lentilles convergentes, divergentes.
- Position d'un objet et de son image, grandissement.

**D- FONCTIONNEMENT ET UTILISATION D'UN INSTRUMENT OPTIQUE****4 h 30**

- Oeil.
- Objectif photo.
- Loupe.
- Lunette.
- Microscope.

**E- PHÉNOMÈNES ONDULATOIRES****3 h 00**

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

**F- DÉMONSTRATIONS**

- 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).



- 3 050 Euros H.T.  
(frais de repas :  
inclus dans le prix  
de la formation)

## Dates

- du 3 au 7 octobre 2011 et  
du 17 au 21 octobre 2011
- du 5 au 9 mars 2012 et  
du 19 au 23 mars 2012

- >> Comprendre et approfondir les principes de l'optique
- >> Se remettre à niveau en optique
- >> Acquérir une première expérience en conception optique

## Thèmes abordés

### Optique géométrique

Les rayons lumineux : réflexion / réfraction, stigmatisme, éléments simples et leurs associations.

### Optique instrumentale

Propriétés générales des instruments, instruments d'optique fondamentaux (loupe, viseur, lunette, microscope), aberrations, bases de radiophotométrie, première expérience en conception optique assistée par ordinateur.

### Optique physique

Les ondes : polarisation, interférences, diffraction, optique des faisceaux laser.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Approfondir ou se spécialiser dans un domaine de l'optique.
- Concevoir et mettre en place un montage optique.
- Participer à l'élaboration du cahier des charges d'un instrument optique.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement, Support Fabrication...

## Méthode pédagogique

- Cette formation générale articulée autour de cours, d'exercices d'application et de travaux pratiques permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

A l'issue de cette formation, les stages « Systèmes pour l'imagerie (CS1) » et « Conception optique avec Code V (CAO3) » permettent de se spécialiser. Pour acquérir rapidement et simplement les notions de base de l'optique, la formation de 3 jours « L'Optique sans calcul (EF1) » est accessible à tous.

# Stage BASES DE L'OPTIQUE

Durée

■ 2 x 5 jours

Public

- Niveau technicien supérieur et ingénieur
- S'adresse aux personnes qui souhaitent acquérir les connaissances nécessaires en optique pour une spécialisation ultérieure

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE****12 h 00****A.1 Lois fondamentales****3 h 00**

- Propagation de la lumière : milieux homogènes et inhomogènes.
- Réflexion, réfraction • Prismes.

**A.2 Optique des éléments simples****3 h 00**

- Stigmatisme rigoureux, approché • Domaine de Gauss.
- Miroirs, Lentilles.

**A.3 Systèmes centrés et associations****3 h 00**

- Systèmes focaux et afocaux • Propriétés de base : points cardinaux, nodaux...
- Systèmes à grandes ouvertures.

**A.4 Exercices****3 h 00****B- OPTIQUE INSTRUMENTALE****21 h 00****B.1 Propriétés générales des instruments d'optique****3 h 00**

- Grossissement • Puissance • Champ, résolution • Ouverture.

**B.2 Instruments d'optique fondamentaux****4 h 30**

- Loupe • Viseur • Lunette • Microscope.

**B.3 Aberrations des systèmes optiques****1 h 30**

- Origines : aberrations chromatiques et géométriques • Influences des aberrations.

**B.4 Radiophotométrie****6 h 00**

- Grandeurs de base : flux, intensité, luminance, éclairement.
- Relations entre grandeurs dans un système optique.
- Unités radiométriques, photoniques et visuelles.
- Exercices.

**B.5 Séance de conception optique au moyen d'un logiciel****3 h 00****B.6 Exercices****3 h 00****C- OPTIQUE PHYSIQUE****15 h 00****C.1 Polarisation****3 h 00**

- Champ électromagnétique, vibration lumineuse • Lumière naturelle, polarisée.

**C.2 Interférences****4 h 30**

- Surface d'onde • Interférences à deux ondes • Traitements de surfaces (couches minces).
- Caractérisation de milieux et de surfaces optiques par interférométrie.

**C.3 Diffraction****4 h 30**

- Origine de la diffraction • Influence sur la qualité d'un système optique.
- Image d'un point • Composants diffractifs : réseaux.

**C.4 Optique des faisceaux laser****3 h 00****D- TRAVAUX PRATIQUES****12 h 00**

- Formation d'images par des lentilles et des miroirs • Instruments d'optique de base : lunette, viseur, collimateur, microscope • Mesure d'aberrations géométriques et chromatiques • Faisceaux laser : épuration, alignement • Contrôle interférométrique.



- 1 940 Euros H.T.  
(frais de repas :  
inclus dans le prix  
de la formation)

## Dates

- du 2 au 6 avril 2012

- >> Acquérir les connaissances nécessaires pour caractériser d'un point de vue énergétique et visuel, l'émission, la propagation et la détection de rayonnements optiques
- >> Etudier les caractéristiques optiques des sources lumineuses, des détecteurs de rayonnements optiques ainsi que la caractérisation des propriétés optiques des milieux et des surfaces
- >> Acquérir une expérience pratique de la qualification photométrique d'instruments optiques

## Thèmes abordés

- Grandeurs et relations radiophotométriques. Systèmes d'unités énergétique et visuel.
- Méthodes de mesure : principaux photomètres, spectrophotométrie.
- Radiophotométrie de composants : sources, surfaces et milieux, détecteurs.
- Notions de colorimétrie.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Communiquer de façon efficace grâce à l'acquisition des notions de base et du vocabulaire.
- Caractériser un élément optique en vue de sa recette (source, surface, milieu, détecteur...).
- Utiliser des appareils de mesure (luminancemètre, photomètre, calorimètre...).
- Concevoir et mettre en place un banc de mesure photométrique.
- Faire le bilan de liaison d'un montage optique (expérience de laboratoire, capteur ou équipement optoélectronique).

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement, Support Fabrication...

## Méthode pédagogique

- Cette formation approfondie articulée autour de cours, d'exercices d'application et de travaux pratiques permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

# Stage RADIOPHOTOMÉTRIE

Durée

■ 5 jours

Public

- Niveau technicien supérieur et ingénieur
- Personnes qui souhaitent acquérir les connaissances nécessaires pour réaliser le bilan photométrique d'un montage ou d'un composant optique

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- GRANDEURS ET RELATIONS RADIOPHOTOMÉTRIQUES****12 h 00****A.1 Lois générales****3 h 00**

- Grandeurs photométriques, unités.
- Calculs classiques de la photométrie géométrique appliqués à l'optique instrumentale.
- Loi de Lambert, étendue géométrique, conservation de la luminance.
- Éclairement d'une image, clarté.
- Grandeurs spectrales, sélectivité.

**A.2 Méthodes de mesure****1 h 30**

- Méthodes de la photométrie homochrome • Dispositifs de comparaison.
- Gradation, passage d'une grandeur à une autre • Principaux photomètres.

**A.3 Spectrophotométrie****1 h 30**

- Moyens d'analyse spectrale.
- Monochromateurs à prismes et à réseaux • Fonction d'appareil.
- Filtres spectraux (couches minces).

**A.4 Colorimétrie****3 h 00**

- Espace des couleurs • Mesures colorimétriques • Colorimètres.

**A.5 Exercices****3 h 00****B- RADIOPHOTOMÉTRIE DE COMPOSANTS****9 h 00****B.1 Sources****3 h 00**

- Corps noir, lois du rayonnement thermique.
- Sources de rayonnement par incandescence et luminescence.
- Corps non noir, facteur d'émissivité • Sources laser.

**B.2 Surfaces et milieux****3 h 00**

- Paramètres de base : transmission, diffusion, absorption.
- Surfaces spéculaires, diffuses : facteur de luminance, BRDF.
- Diffuseurs orthotropes, lambertiens.
- Propagation d'un rayonnement optique à travers un milieu diffusant.

**B.3 Détecteurs****3 h 00**

- Paramètres de base : - Classification, paramètres caractéristiques - Bruits des détecteurs - Détecteurs thermiques, quantiques - Détecteurs photovoltaïques, photoconducteurs.
- Détecteurs spécifiques : - Infrarouges, à transfert de charge, d'image.

**C- MATÉRIELS****3 h 00**

- Spécifications.
- Relations aux applications. Etude de cas.

**D- TRAVAUX PRATIQUES****6 h 00**

- Mesure des grandeurs photométriques usuelles.
- Qualité photométrique d'un instrument d'optique.
- Utilisation de photodétecteurs usuels.
- Mesures colorimétriques.



- 1940 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 28 février au 4 mars 2011

>> Acquérir les compétences nécessaires à la conception, au réglage et à l'utilisation d'équipements infrarouges thermiques en tenant compte des spécificités des matériaux, des détecteurs et de l'environnement

## Thèmes abordés

- Émission / propagation / réception dans l'Infrarouge thermique (bandes 3 à 5  $\mu\text{m}$  et 8 à 12  $\mu\text{m}$ ).
- Propriétés de l'atmosphère dans l'infrarouge.
- La tête optique d'un équipement IR : optomécanique et détecteur.
- Conception, caractérisation et spécifications d'un équipement IR : sensibilité thermique-NETD, résolution spatiale et thermique-MRTD...
- Traitements d'image IR.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Comprendre la problématique liée aux particularités de l'infrarouge thermique.
- Savoir spécifier une caméra thermique.
- Comprendre la constitution des systèmes de détection et d'imagerie thermique.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement.

## Industries

- Spatial, Défense, Surveillance, Sécurité, Automobile.

## Méthode pédagogique

- Cette formation approfondie articulée autour de cours, d'exercices et de travaux pratiques permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

Pour bien connaître l'état de l'art des technologies spécifiques d'une caméra Infrarouge, l'Institut d'Optique *Graduate School* propose le stage « Anatomie d'une caméra infrarouge (CS2) ».

# Stage INFRAROUGE THERMIQUE : PRINCIPES

Durée

■ 5 jours

Public

■ Niveau technicien supérieur et ingénieur

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- RAPPELS DE BASE****6 h 00****A.1 Optique instrumentale****1 h 30**

- Formation des images dans un instrument d'optique.
- Réponse impulsionnelle, FTM, diffraction, aberrations.
- Stigmatisme, aplanétisme • Ouverture et champ, vignetage, œil de chat.

**A.2 Radiométrie****1 h 30**

- Grandeurs, unités de base • Spectre : émission thermique, lois du corps noir.
- Loi de Kirchhoff / émissivité.

**A.3 L'atmosphère dans l'infrarouge****1 h 30**

- Absorption et diffusion.
- Exemples de logiciels de calcul (Lowtran), résultats / visibilité météorologique.

**A.4 Exercices d'application****1 h 30****B- TÊTE OPTIQUE D'UN ÉQUIPEMENT IR****9 h 00****B.1 Conception optomécanique****3 h 00**

- Étude d'éléments mécaniques adaptés aux conditions particulières imposées par l'Infrarouge • Adaptation des montures mécaniques aux conditions thermiques et aux matériaux • Influence de la température sur les différents systèmes • Positionnement des axes optiques et précision de réglage.

**B.2 Atelier d'optique****1 h 30**

- Visite de l'atelier d'optique de l'Institut d'Optique : polissage, montage.

**B.3 Détecteurs utilisés en infrarouge****3 h 00**

- Caractéristiques et classes de détecteurs : - Classification / paramètres de base - Signal et bruit des détecteurs/défectivité, NEP.
- Détecteurs refroidis ou à température ambiante : - Détecteurs quantiques et thermiques - Barrettes et matrices - Détecteurs matriciels à température ambiante.

**C- ÉQUIPEMENTS INFRAROUGES****9 h 00****C.1 Éléments de conception****1 h 30****C.2 Caractérisation****3 h 00**

- Systèmes de mesure : thermographie • Systèmes de détection :  
- Éclairage équivalent au bruit - Problèmes liés aux durées des signaux.
- Systèmes d'imagerie : - Moyens d'étalonnage et de maintenance - Sensibilité thermique : NETD - Résolution spatiale et thermique : MRTD.

**C.3 Exercice****1 h 30**

- Équipement hélicoptère de recherche en mer.

**C.4 Traitement d'image IR****3 h 00**

- Exploitation du signal en sortie de détecteur :  
- filtrage - amplification - visualisation - caractérisation expérimentale.

**D- TRAVAUX PRATIQUES****6 h 00**

- Caractérisation d'un détecteur IR • Mesures de FTM d'une optique IR.
- Mesures de sensibilité thermique, de résolution, de MRTD d'une caméra thermique.



- 910 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- Du 10 au 11 mai 2012

- >> Comprendre les fondements de la perception colorée et maîtriser les bases de la colorimétrie et des espaces et diagrammes colorimétriques CIE (XYZ, xy,  $L^*u^*v^*$ ,  $u'v'$ ,  $L^*a^*b^*$ ,...)
- >> Étudier de manière théorique et pratique les principes et méthodes des mesures colorimétriques et des colorimètres
- >> Découvrir les notions d'illuminants, de température de couleur, ...

## Thèmes abordés

- Introduction/rappel de photométrie et spectro-radiométrie
- Fonctions colorimétriques CIE (1931 et 1964) et espaces colorimétriques XYZ et coordonnées xy
- Notions d'espaces colorimétriques uniformes CIE 1976
- Méthodes de mesure et colorimètres

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Faire en connaissance de cause des mesures de couleur de sources primaires ou de surfaces colorées
- Convertir les mesures entre espaces colorimétriques
- Créer une couleur précise par synthèse additive (sur un moniteur informatique).
- Concevoir/mettre en œuvre un protocole de mesure de couleurs de surface ou de caractérisation d'écrans

## Métiers concernés

- Contrôle qualité, Support fabrication, Bureau d'Étude, Recherche & développement, ...

## Méthode pédagogique

- Cette formation approfondie articulée autour de cours, d'exercices d'application et de travaux pratiques permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

Stage  
COLORIMÉTRIE

Durée

■ 2 jours

Public

- Niveau technicien supérieur ou ingénieur
- Personnes qui souhaitent acquérir les connaissances nécessaires pour réaliser ou comprendre des mesures colorimétriques ou maîtriser l'apparence colorée de sources ou d'objets...

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- INTRODUCTION/RAPPELS DE PHOTOMÉTRIE ET SPECTRO-RADIOMÉTRIE****1 h 30****A.1 Grandeurs radiométriques et photométriques**

- Les grandeurs de bases • Unités énergétiques et unités visuelles

**A.2 Spectro-radiométrie**

- Grandeurs spectriques et spectrales
- Relation entre grandeurs visuelles et grandeurs énergétiques spectriques

**B- LES FONDEMENTS DE LA COLORIMÉTRIE****1 h 30****B.1 Psychophysologie de la vision humaine**

- Les trois types de cônes de la rétine • Égalisations visuelles et métamérisme

**B.2 Les lois de la colorimétrie**

- Lois de Grassmann • Espace chromatique des tristimulus des cônes de la rétine

**B.3 La norme XYZ CIE 1931**

- Les fonctions colorimétriques pour l'observateur standard CIE 1931
- L'espace chromatique XYZ et le diagramme de chromaticité xy
- Adaptation chromatique et limitations psychométriques des grandeurs XYZ/xy

**C- SYNTHÈSE DES COULEURS****0h45****C.1 Synthèse additive**

- Définition et propriétés • Limitations

**C.2 Notion de synthèse soustractive**

- Présentation • Métamérisme d'illuminant)

**D- MESURES DE LA COULEUR****0h45****D.1 Géométries normalisées de mesure****D.1 Principes et exemples de colorimètres**

- Colorimètres à filtres • spectro-colorimètres

**E- EXERCICES****1h30****F- NOTIONS PLUS AVANCÉES****1h30****F.1 Espaces chromatiques uniformes CIE 1976**

- Ellipses de MacAdam •  $L^*a^*b^*$ ,  $L^*u^*v^*$ ,  $u'v'$ ,  $\Delta E^*$ , ...

**F.2 Autres espaces**

- CIE 1964, RVB et HSL/HSV, atlas et collections...

**F.3 Sources normalisées et caractérisation des sources**

- Illuminants A, C, D, F • Corps noir et températures de couleur • Indice de rendu des couleurs IRC

**F.4 Divers**

- CAT, CAM, ICC, ...

**G- TRAVAUX PRATIQUES****4 h30**

- Mesures photométriques, mesures colorimétriques de sources primaires, mesures colorimétriques de couleurs de surface, calibrations d'un spectrocolorimètre, [sous réserve] caractérisation d'un écran LCD, ...)



- 1 250 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 9 au 11 mai 2012

- >> Acquérir une connaissance simple des différentes aberrations des systèmes optiques et les moyens permettant de les réduire
- >> S'initier à la pratique du logiciel Zemax SE et des techniques d'optimisation des systèmes optiques

## Thèmes abordés

- Optique paraxiale et calcul des aberrations.
- Principe de l'optimisation des systèmes.
- Initiation au logiciel Zemax.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Concevoir des systèmes optiques et étudier leurs aberrations.

## Métiers concernés

- Recherche et développement en optique.

## Industries

- Toute industrie utilisant des moyens optiques.

## Méthode pédagogique

- Travaux sur ordinateur.

## Lieu du stage

- Palaiseau.

# Stage INITIATION À LA CONCEPTION OPTIQUE AVEC ZEMAX SE

Durée

■ 3 jours

Public

■ Technicien supérieur et ingénieur  
*Il serait souhaitable que les notions élémentaires d'optique géométrique soient connues (Stage L'Optique sans calcul EF1 ou Fondements de l'optique EF2)*

Nombre stagiaires

■ 10 personnes

## PROGRAMME

## DURÉE

**A- COURS****6 h 00**

- Caractérisation et principe de calcul des aberrations.
- Évaluation de la performance des systèmes optiques.

**B- PRATIQUE AVEC LOGICIEL ZEMAX****12 h 00**

- Édition d'un système optique.
- Optimisation de systèmes dioptriques et catadioptriques.



- 1 250 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 6 au 8 juin 2012

## >> Acquérir et approfondir les méthodes générales de la conception optique

### Thèmes abordés

- Conception de systèmes optiques complexes.
- Eclairagisme.

### Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Concevoir des systèmes optiques complexes.

### Métiers concernés

- Recherche et développement en optique.

### Lieu du stage

- Palaiseau.

# Stage CONCEPTION OPTIQUE AVANCÉE AVEC ZEMAX

Durée

■ 3 jours

Public

■ Technicien supérieur et ingénieur  
*Il serait souhaitable que les notions élémentaires d'optique géométrique soient connues (Stage L'Optique sans calcul EF1 ou Fondements de l'optique EF2). Une connaissance de base du logiciel est fortement conseillée.*

Nombre  
stagiaires

■ 10 personnes

## PROGRAMME

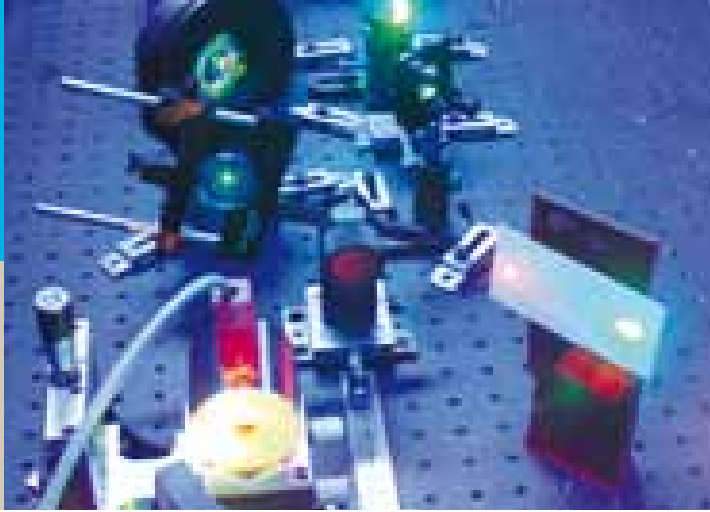
DURÉE

**A- RAPPELS SUR LES FONCTIONS ET PARAMÈTRES DE BASE****3 h 00**

- Caractérisation et principe de calcul des aberrations.
- Evaluation de la performance des systèmes optiques.

**B- CONCEPTION DE SYSTÈMES OPTIQUES PLUS COMPLEXES****15 h 00**

- Description générale des fonctions nécessaires.
- Etudes de cas concrets (en particulier des objectifs vidéos).
- Mode non séquentiel pour des applications d'éclairagisme à base de diodes électroluminescentes, de guides de lumière.



- 1 940 Euros H.T.  
(frais de repas :  
inclus dans le prix  
de la formation)

## Dates

- du 4 au 8 juin 2012

- >> Acquérir et/ou approfondir les principales méthodes d'analyse et d'optimisation des systèmes optiques d'imagerie au travers d'exemples concrets de conception
- >> Etudier et/ou approfondir les principales familles de systèmes optiques, leurs caractéristiques et domaine d'utilisation
- >> S'initier à la conception optique assistée par ordinateur en utilisant le logiciel CODE V

## Thèmes abordés

**Optique paraxiale et calcul des aberrations****Étude théorique et pratique des grandes familles de systèmes optiques**

objectif de Petzval, triplets, objectifs anastigmatiques, double Gauss, télescopes, objectifs catadioptriques, zooms, systèmes infrarouges.

**Plusieurs sessions pratiques avec le logiciel CODE V**

analyse et optimisation de différents systèmes dont certains choisis par les stagiaires.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Aborder de façon autonome des problèmes de conception optique.
- Approfondir l'utilisation des logiciels de conception et d'optimisation.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement.

## Industries

- Spatial, Défense, industries de l'observation : imagerie, vidéo, photographie...

## Méthode pédagogique

- Cette formation spécialisée articulée autour de cours et de travaux de conception sur ordinateur avec le logiciel CODE V (15 h) permet de rapidement mettre à profit ces nouvelles connaissances.

L'Institut d'Optique *Graduate School* offre la possibilité d'aborder de façon globale la conception d'un instrument optique d'imagerie (en tenant compte des composants d'émission/réception) et d'approfondir l'étude théorique des configurations classiques grâce au stage « Systèmes pour l'imagerie (CS1) ».

# Stage CONCEPTION OPTIQUE AVEC CODE V

Durée

■ 5 jours

Public

■ Niveau ingénieur

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

## DURÉE

## A- ANALYSE THÉORIQUE ET PRATIQUE DES GRANDES FAMILLES DE SYSTÈMES OPTIQUES

4 h 00

- Systèmes dioptriques.
- Systèmes catoptriques et catadioptriques.

## B- CARACTÉRISATION DES PERFORMANCES DES SYSTÈMES OPTIQUES

2 h 00

- Défauts de surface , FTM...
- Influence des aberrations sur les performances des systèmes optiques.

## C- DÉFINITION PRATIQUE D'UN AVANT PROJET OPTIQUE

3 h 00

## D- MÉTHODES D'ÉVALUATION ET DE DIAGNOSTIC D'UN SYSTÈME OPTIQUE

3 h 00

- Tracé de rayons et analyse pratique des courbes d'aberration.
- Spot diagrammes, FTM, courbes d'énergie encerclée.

## E- TECHNIQUES D'OPTIMISATION DES PERFORMANCES

6 h 00

- Principe de symétrie.
- Principe d'équipartition des puissances.
- Dédoublage des composants optiques.
- Sélection des verres.
- Principe d'optimisation à champ plan.

## F- ANALYSE DES MÉTHODES DE TOLÉRANCEMENT

2 h 00

## G- MISE EN PRATIQUE AVEC LE LOGICIEL CODE V ILLUSTRANT L'ENSEMBLE DE LA DÉMARCHE DEPUIS L'ANALYSE DU CAHIER DES CHARGES JUSQU'À L'OBTENTION D'UN SYSTÈME OPTIMISÉ

10 h 00

- Objectif dioptrique : analyse et optimisation du chromatisme, apochromatisme...
- Télescope : technique de corrections des aberrations d'ouvertures et de champ.
- Sujet libre au choix du stagiaire.

- 1 250 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 29 au 31 mai 2012

- >> Acquérir et approfondir les méthodes de conception et d'analyse photométrique d'un système optique assistée par ordinateur
- >> S'initier à un logiciel de calcul photométrique utilisant les méthodes non-séquentielles

## Thèmes abordés

- Optique paraxiale.
- Grandeurs photométriques : relations et correspondance entre les différentes grandeurs.
- Principe du calcul non-séquentiel.
- Propriétés physiques des surfaces et des milieux, diffusion, absorption, réfraction, réflexion.
- Apprentissage simple du logiciel Lighttools.
- Conception de dispositifs d'éclairage assistée par ordinateur.
- Calculs d'éclairages, de diagramme de rayonnement.
- Calculs de lumière parasite dans les systèmes optiques.
- Modélisation de sources lumineuses.
- Modélisation de systèmes particuliers suivant les demandes des stagiaires.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Utiliser un logiciel de conception photométrique.
- Modéliser les composants optiques et mécaniques des systèmes optiques.
- Concevoir de façon autonome un dispositif optique d'éclairage de la source au récepteur.
- Optimiser le rendement et l'uniformité d'un système d'éclairage.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement.

## Méthode pédagogique

- Après quelques rappels fondamentaux sous forme de cours, la formation est effectuée sur ordinateur avec le logiciel Lighttools. Une démonstration particulière peut être envisagée en fonction des demandes des stagiaires (prévenir avant le stage).

# Stage CONCEPTION PHOTOMÉTRIQUE AVEC LIGHTTOOLS

Durée

■ 3 jours

Public

■ Niveau technicien supérieur et ingénieur

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

## DURÉE

**A- OPTIQUE PARAXIALE, RAPPELS DE PHOTOMÉTRIE****3 h 00****B- PRINCIPE DU CALCUL NON-SÉQUENTIEL,  
CARACTÉRISATION DES SURFACES ET MILIEUX****1 h 00****C- APPRENTISSAGE DU LOGICIEL LIGHTTOOLS****4 h 00****D- CONCEPTION DE SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE****3 h 00****E- CALCULS D'OPTIMISATION****2 h 00****F- EXERCICES DE MISE EN PRATIQUE****4 h 00****G- DÉMONSTRATIONS D'AUTRES LOGICIELS****1 h 00**



- 1 080 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

- du 25 au 27 juin 2012

>> Acquérir les notions de base concernant la conception, les méthodes de fabrication et la caractérisation des couches minces optiques

## Thèmes abordés

### Le dépôt de couches minces optiques

évaporation, pulvérisation ionique, pulvérisation cathodique, CVD.

### La caractérisation des couches minces optiques

méthodes optiques et physico-chimiques d'analyse.

### Les fonctions optiques réalisables avec des couches minces

antireflets, miroirs multidiélectriques, filtres de large bande / filtres sélectifs, dichroïques (Passe-haut / Passe-bas), séparatrices, polariseurs.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Spécifier un cahier des charges réaliste et complet pour un composant couches minces optiques.
- Concevoir des empilements de couches minces optiques pour des fonctions simples.
- Estimer le rendement de production à partir des incertitudes expérimentales.
- Choisir une méthode de dépôt ou de caractérisation appropriée pour répondre à un problème spécifique.

## Métiers concernés

- Tous les métiers en lien avec la conception (design), la réalisation, la caractérisation ou l'utilisation de composants couches minces optiques.

## Industries

- Automobile, Architecture, Télécommunications, Electronique et instrumentation, Transport, Médical, Défense, Spatial.

## Méthode pédagogique

- Cette formation comprend des cours sur les notions importantes, des exemples et des exercices pour assimiler les nouvelles connaissances ainsi que des études de cas sur le logiciel de simulation et d'optimisation de couches minces optiques (TFCalc) pour les mettre en œuvre.

# Stage COUCHES MINCES OPTIQUES : INITIATION À TFCalc

Durée

- 2 jours et demi

Public

- Niveau technicien supérieur et ingénieur
- Bases sur l'électromagnétisme

Nombre stagiaires

- 12 personnes

## PROGRAMME

## DURÉE

**A- RAPPELS THÉORIQUES****3 h 00**

- Calculs des propriétés optiques des couches minces.

**B- NOTIONS FONDAMENTALES SUR LES COUCHES MINCES OPTIQUES****6 h 00**

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

**C- NOTIONS APPROFONDIES SUR LES COUCHES MINCES OPTIQUES****6 h 00**

- 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.

**D- MISE EN PRATIQUE AVEC LE LOGICIEL TFCalc**

- Apprentissage du logiciel TFCalc.
- Simulation et optimisation numérique de traitement de couches minces optiques.



- 1 600 Euros H.T.  
(frais de repas :  
inclus dans le prix  
de la formation)

## Dates

- du 29 mai au 1er juin 2012

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

## Thèmes abordés

- Rappels d'optique instrumentale : optique paraxiale, caractéristiques des systèmes optiques, aberrations, photométrie.
- Caractéristiques des matériaux, comportements mécanique et thermique, tenue aux environnements.
- Conception optomécanique, influence de la mécanique sur l'optique.
- Exemples de réalisations pratiques.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Spécifier un système optomécanique.
- Participer à la conception d'un système optomécanique.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement.

## Méthode pédagogique

- Cette formation pratique s'articule autour de cours et d'exemples de réalisation.  
Elle permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour les mettre rapidement en œuvre.

# Stage OPTOMÉCANIQUE

Durée

■ 4 jours

Public

■ Niveau technicien supérieur et ingénieur,  
opticiens et mécaniciensNombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- OPTIQUE INSTRUMENTALE****6 h 00****A.1 Composants optiques de base****3 h 00**

- Rappels d'optique paraxiale : lentilles, miroirs, lames... et quelques instruments d'optique.
- Caractéristiques des systèmes optiques d'imagerie : grandissement, puissance, grossissement, ouverture, champ transversal, profondeur de champ et résolution - Présentations des aberrations géométriques et chromatiques - Démonstrations sur : lentilles, miroirs, prismes non dispersifs, systèmes optiques : champs et aberrations.

**A.2 Fabrication et contrôles optiques (visite d'atelier)****3 h 00**

- Machines, appareillages de contrôle, fabrication - Contrôles de surfaces optiques, expérimentation.
- Tolérances mécaniques de pièces optiques - Montages et collages.
- Utilisation de l'interféromètre de Fizeau, calibres, mesures de rugosité, état de surface.
- Contrôle de la déformation de pièces optiques : démonstrations.

**B- MÉCANIQUE****6 h 00****B.1 Mécanique générale**

- Montages isostatiques - Contraintes : contacts, collage - Vibrations, amortissements : effets, paramètres de contrôle - Modélisation / simulation, calcul de déformation.

**B.2 Thermique**

- Échanges thermiques : conduction, convection, rayonnement.

**B.3 Propriétés mécaniques des matériaux**

- Types de matériaux : métaux, verres minéraux et céramiques, polymères, élastomères, matériaux composites.
- Comportement mécanique - Comportement thermique - Tenue aux environnements - Diagrammes de choix.

**B.4 Motorisation**

- Moteurs : à courant continu, pas à pas, piézo, réducteurs - Capteurs de mesure de position.
- Déplacement linéaire, rotation - Mode de guidage de l'optique.

**C- CONCEPTION OPTOMÉCANIQUE****12 h 00****C.1 Introduction**

- Programme illustré par plusieurs exemples concrets dans le domaine de l'optronique (voies optiques, caméras...) et des TD d'applications.

**C.2 Du cahier des charges à la définition optomécanique**

- Optique : bande spectrale, dimensionnement : ouverture, focale, champ, qualité d'image.
- Lumière parasite, flux de structure (IR) - Mécanique : encombrement, masse, inertie, déplacements, plateforme - Environnement : vibrations, chocs, température.
- Précision et stabilité de pointage - Compromis coût / performance.

**C.3 Étapes de la conception optomécanique**

- Point de départ : - Pré-dimensionnement en lentilles minces : focale / champ (tracé des rayons pertinents) - Sens d'image (sens et direction du trièdre XYZ au sein du conduit optique).
- Spécifications d'ensemble - Spécifications des sous-ensembles.
- Passage en lentilles épaisses : - Rappel des phases principales du calcul optique : optimisation, tolérancement, mise au calibre - Maintien des lentilles (vissé ou collé) - Règles d'assemblage - Précision et tolérancement : - Précisions optiques et impact sur la qualité d'image - Précisions optomécaniques et impact sur les performances de pointage et de stabilisation (application aux mécanismes).

**C.4 Matériaux (plastiques, métaux, verres, optiques IR, colles)**

- Caractéristiques : densité, dilatation, modules, résistance - Traitements (oxydations...).
- Règles et précautions d'emploi.

**C.5 Modélisation et dimensionnement**

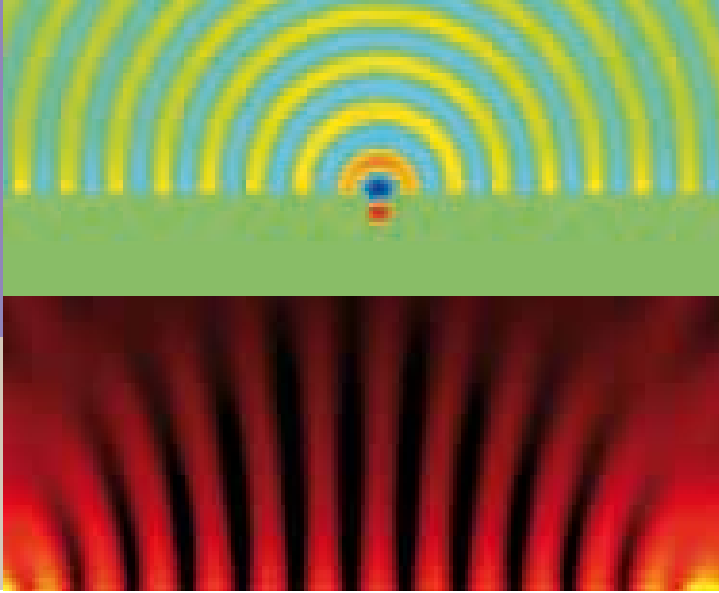
- Modélisation et simulation optique et optomécanique : - Analyse thermique : prise en compte des dilatations différentielles et des  $dn/dT$  (athermalisation) - Analyse vibratoire : fréquence de résonance des mécanismes (roulements) - Tenue aux chocs : calcul des contraintes internes et de contact (écaillage).
- Comportement à la pression (azotage et déformée de hublot) - Traitement / protection CEM. Points pouvant être traités par le calcul par éléments finis - Tests de validation.

**C.6 Mise en plans**

- Plans optiques (norme 10 110) : miroirs, prismes et lentilles + fiche de mise en fonte - Plans des pièces mécaniques de maintien - Règles de montage (couples de serrage, collage...).

**C.7 Optomécanique de petites dimensions**

- Mini-microoptiques, micro-miroirs...



- 1 250 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 14 au 16 mai 2012

>> Comprendre l'interférométrie optique et découvrir l'utilité de cette technique dans les applications industrielles diverses

## Thèmes abordés

- Pourquoi l'interférométrie est une technique incontournable ?
- Les divers interféromètres et leur mise en œuvre.
- Systèmes monochromatiques et polychromatiques.
- Liens entre interférométrie et imagerie.
- Parallèle avec les techniques radiofréquence.
- Notion de mode, couplage, théorème d'antenne.
- Applications industrielles et scientifiques.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Définir / optimiser / spécifier un interféromètre pour un besoin donné.
- Effectuer des mesures de dimensions, d'indice, de température, de pression.
- Asservir une longueur : cavité laser, télescopes.
- Appliquer à un système cohérent : holographie, lidars.
- Définir un système d'imagerie à haute résolution autre qu'un télescope (en particulier en astronomie : interférométrie stellaire, nulling).
- Définir un système à base de fibres optiques monomodes.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement, Fabrication / Production.

## Méthode pédagogique

- Cette formation articulée autour de cours et de travaux pratiques permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

# Stage

## INTERFÉROMÉTRIE OPTIQUE : PRINCIPES ET APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET SCIENTIFIQUES

Durée

■ 3 jours

Public

■ Niveau technicien et ingénieur

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

## A- INTRODUCTION

## B- PRINCIPES DE L'INTERFÉROMÉTRIE

3 h 00

**B.1 Rappels mathématiques**

- Produit scalaire • Notion de phaseur • Transformation de Fourier

**B.2 Rappels d'optique physique**

- Propriétés du champ : polarisation, coefficients de réflexion et de transmission, diffraction, modes de propagation • Propriétés de l'intensité : détection incohérente, optique de Fourier, notion de cohérence, technique de modulation et de démodulation • Propriétés d'ordre supérieur

**B.3 Synthèse : les observables interférométriques**

## C- MISE EN ŒUVRE D'UN INTERFÉROMÈTRE

3 h 00

**C.1 Sous-systèmes d'un interféromètre**

- Sources • Séparation-recombinaison • Propagation • Modulation • Détection • Démodulation

**C.2 Les interféromètres de base**

- Interféromètres à 1 bras • Interféromètres à 2 bras • Interféromètres à N bras

**C.3 Alignement****C.4 Analyse d'un interférogramme**

- Algorithmes de démodulation • Erreurs de mesure : évaluation ou correction
- Principaux estimateurs interférométriques

**C.5 Synthèse : bien appréhender un interféromètre**

## D- ÉTUDE DÉTAILLÉE DE LA COHÉRENCE

3 h 00

**D.1 Cohérence spatiale**

- Interférences à deux ondes • Interférences à N ondes

**D.2 Cohérence temporelle**

- Interférences à deux ondes • Interférences à N ondes

## E- APPLICATIONS DE L'INTERFÉROMÉTRIE

3 h 00

**E.1 Techniques génériques**

- Systèmes monochromatiques • Systèmes polychromatiques • Détection cohérente

**E.2 Applications**

- Métrologie longitudinale • Métrologie de surface • Anémométrie • Vibrométrie • Capteurs fibrés
- Spectroscopie • Vélocimétrie • Systèmes multipupilles • Astronomie

## F- TRAVAUX DIRIGÉS

3 h 00

**F.1 Support direct du cours****F.2 Prolongements du cours****F.3 Etude de systèmes interférométriques**

## G- TRAVAUX PRATIQUES

3 h 00



- 1 250 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 8 au 10 février 2012

- >> Découvrir les grandes étapes de la fabrication d'éléments optiques et les différentes méthodes d'usinage
- >> Apprendre les techniques de contrôle des pièces optiques
- >> Découvrir la notion de démarche qualité

## Thèmes abordés

- Procédés de fabrication de composants optiques.
- Contrôle des pièces optiques : méthode classique et nouvelles techniques d'analyse.
- Visite d'un atelier d'optique : polissage en laboratoire.
- Sensibilisation aux démarches qualité et aux normes associées.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Comprendre le langage des opticiens dans ce domaine.
- Appréhender la faisabilité et les difficultés de réalisation de pièces optiques.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement, Fabrication / Production.

## Méthode pédagogique

- Cette formation spécialisée articulée autour de cours, de démonstrations et de travaux pratiques permet d'intégrer facilement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre. Certains cours sont réalisés par des industriels spécialistes du domaine.

# Stage FABRICATION ET CONTRÔLE OPTIQUE

Durée

■ 3 jours

Public

■ Niveau technicien

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- MÉTHODES DE FABRICATION****6 h 00****A.1 Principes de la fabrication optique****3 h 00**

- L'usinage • Les mécanismes du rodage • Les mécanismes du polissage.
- Procédés conventionnels pour sphères et plans • Équipements industriels de production.
- Principes et mise en œuvre du polissage assisté par ordinateur.
- Procédés spéciaux et usinage ionique.

**A.2 Procédés de fabrication par commande numérique****3 h 00**

- Introduction • Moyens de fabrication inspirés de la mécanique : Usinage à l'outil diamant - Micro-rectification - Exemples d'applications.
- Moyens de fabrication CN Ébauchage - Doucissage - Polissage - Débordage.
- Polissage par magnéto-rhéologie • Application de ces procédés à la fabrication de dioptrés asphériques.

**B- VISITE DE L'ATELIER D'OPTIQUE****3 h 00****C- CONTRÔLE OPTIQUE****3 h 00****C.1 Contrôle par des méthodes classiques****1 h 30**

- Rugosimètre • Profilométrie mécanique • Défectométrie.

**C.2 Contrôle par les nouvelles techniques d'analyse****1 h 30**

- Les techniques basées sur la propagation de l'intensité, à savoir : senseur de courbure, Hartmann, Hartmann-Shack, Hartmann modifié, interférométrie à décalage latéral.

**D- TRAVAUX PRATIQUES****3 h 00**

- Contrôle interférométrique (Zygo, Fizeau...), rugosimètre.

**E- SENSIBILISATION AUX DÉMARCHES QUALITÉ ET AUX NORMES ASSOCIÉES****3 h 00**

- Introduction à la notion de qualité.
- Introduction aux démarches qualité : objectifs et indicateurs qualité, maîtrise des risques, méthode de résolution de problème, rôle de la documentation qualité.
- Introduction aux normes qualité et aux démarches de certification.



■ 1 485 Euros H.T.

## Dates

- du 20 au 22 septembre 2011
- du 18 au 20 septembre 2012

>> Acquérir une bonne compréhension des phénomènes optiques et électroniques mis en jeu et les fonctions et composants optoélectroniques courants

## Thèmes abordés

- L'optoélectronique est aujourd'hui largement présente dans de nombreux domaines de l'industrie et fait partie de notre environnement quotidien : caméscopes équipés de CCD, diodes laser des lecteurs de CD et des imprimantes laser, télécommandes infra-rouges, liaisons spatiales optiques.
- Le programme de cette formation concerne ces techniques et les composants associés. Il couvre de nombreux domaines d'utilisation de l'optoélectronique et est fortement axé sur les aspects pratiques et techniques

## Métiers concernés

- Bureau d'Études, Recherche & Développement, Production / Fabrication.

## Industries

- Automobile, Biomédical, Spatial, Défense, Électronique... et de manière générale toute autre industrie intéressée par l'optoélectronique.

## Méthodes pédagogiques

- Conférences
- Etudes de cas concrets
- Démonstration en laboratoire

## Lieu du stage

- Gif-sur-Yvette

# Stage OPTOÉLECTRONIQUE COMPOSANTS ET APPLICATIONS

CM4

Durée

■ 3 jours

Public

- Ingénieur et technicien supérieur de tous les domaines techniques soucieux de se familiariser avec l'optoélectronique
- Connaissances de base en électronique

Nombre stagiaires

■ 20 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- INTRODUCTION À L'OPTOÉLECTRONIQUE****2 h 00**

- Rappels d'optique, diffusion, absorption, propagation, diffraction de la lumière.

**B- FONCTIONS OPTIQUES RÉALISABLES****1 h 30**

- Émission, modulation (électro-absorption, interféromètres de Mach-Zehnder, de Michelson), déflexion, détection de la lumière.

**C- COMPOSANTS À SEMI-CONDUCTEURS (SOURCES ET DÉTECTEURS OPTIQUES)****4 h 30**

- Photodiodes PIN et à avalanche.
- Diodes électroluminescentes et diodes laser, DFB, VCSEL.
- Démonstrations de composants et de lasers.

**D- TRANSMISSIONS OPTIQUES EN ESPACE LIBRE****4 h 00**

- Transmissions optiques.
- Applications domotiques et informatiques.
- Liaisons spatiales optiques.
- Étude de cas et démonstration en laboratoire : liaison DEL-photodiode, rapport signal/bruit, dynamique de fonctionnement, influence du diagramme de rayonnement, du nombre de diodes, de l'angle...

**E- DÉTECTEURS MATRICIELS****3 h 00**

- Technologies CCD et CMOS comparées, principes, architectures, bruit, uniformité, sensibilité, résolution, taille, consommation, applications, marchés et tendances actuelles...

**F- AFFICHAGE À ÉCRANS PLATS****1 h 30**

- Technologies d'écrans (à micro-pointes, à plasma, à cristaux liquides, à matrices actives ou passives, électroluminescentes, à diodes OLEDs...)
- Caractéristiques, poids, consommation, environnement, prix, pérennité, contrôle...

Le livre « Optoélectronique - Composants photoniques et fibres optiques » (éditions Ellipses) de Z. TOFFANO sera remis à chaque participant.



- 1 940 Euros H.T.  
(frais de repas :  
inclus dans le prix  
de la formation)

## Dates

- du 14 au 18 novembre 2011
- du 11 au 15 juin 2012

- >> Connaître et comprendre l'architecture et les principes de fonctionnement des lasers
- >> Avoir une vue d'ensemble des différents lasers et de leurs applications
- >> Acquérir une première expérience du réglage et de l'utilisation des lasers

## Thèmes abordés

- Principes de fonctionnement en continu.
- Propriétés spatiales, spectrales et temporelles.
- Lasers impulsionsnels : principes et technologies.
- Lasers nanosecondes, picosecondes et femtosecondes.
- Laser et optique non-linéaire : application à la conversion de fréquence.
- Notions de sécurité laser.
- Vue d'ensemble des différents types de laser.
- Applications des lasers : télécommunications, métrologie, stockage d'information (DVD, CD...), traitement des matériaux, biomédical.
- Réglages et utilisation d'un laser, contraintes environnementales.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Utiliser efficacement un laser.
- Choisir une source laser adaptée à une application donnée.
- Maîtriser les contraintes environnementales des lasers.
- Connaître l'étendue des propriétés des lasers pour envisager de nouvelles applications.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement, Fabrication / Production, Support Fabrication, Industrialisation, Utilisateurs de lasers...

## Industries

- Spatial, Défense, Télécom, Traitement des matériaux, Médical, Spectacle...

## Méthode pédagogique

- Cette formation est composée d'une alternance de cours théoriques et technologiques ainsi que de travaux pratiques qui permettent d'intégrer ces nouvelles compétences afin de les mettre en œuvre efficacement.

Stage

## LASERS : PRINCIPES ET UTILISATION

Durée

■ 5 jours

Public

■ Niveau technicien supérieur et ingénieur

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT**

3 h 00

**A.1 Interaction matière rayonnement**

- Émission spontanée, stimulée, absorption.

**A.2 Notion de section efficace****A.3 Conditions de fonctionnement d'un oscillateur laser (sur le gain et la fréquence)****A.4 Seuil d'oscillation, puissance de sortie****B- DIFFÉRENTES PROPRIÉTÉS**

3 h 00

**B.1 Propriétés spatiales**

- Notions de base sur les faisceaux gaussiens et leur propagation.

**B.2 Propriétés spectrales et temporelles****C- LASERS IMPULSIONNELS : PRINCIPES**

3 h 00

**C.1 Régime de commutation du gain****C.2 Régime déclenché (commutation des pertes)****C.3 Régime de verrouillage des modes en phase****D- LASERS IMPULSIONNELS : TECHNOLOGIES**

3 h 00

**D.1 Lasers pompés par flash****D.2 Méthodes pour déclencher un laser****D.3 Méthodes pour verrouiller un laser en phase, laser picoseconde, laser femtoseconde****D.4 Amplification d'impulsions****E- NOTIONS ET APPLICATIONS DE L'OPTIQUE NON LINÉAIRE**

1 h 30

**E.1 Principe****E.2 Cristaux non linéaires d'ordre 2 pour le doublement ou la somme de fréquence****F- APPLICATIONS DES LASERS**

1 h 30

**F.1 Le marché des lasers****F.2 Applications médicales, industrielles****F.3 Applications dans le domaine de l'instrumentation et de la mesure****G- SÉCURITÉ LASER**

1 h 30

**G.1 Effets du laser sur les tissus****G.2 La norme****G.3 Les précautions à prendre****H- DIFFÉRENTES SOURCES LASER**

1 h 30

**H.1 Lasers à gaz****H.2 Lasers à colorant****H.3 Lasers à solide : lasers à matériaux massifs, lasers à fibre, lasers à semi-conducteur****I- TRAVAUX PRATIQUES**

12 h 00

**I.1 Réglage d'un laser : observation et caractérisations spatiales et spectrales des modes longitudinaux et transversaux, utilisation d'un Fabry-Perot sphérique pour l'analyse des modes****I.2 Diode laser : diagramme de rayonnement, modes longitudinaux, caractérisation, influence de la température et du courant d'alimentation****I.3 Utilisation de cristaux non-linéaires pour la conversion de fréquence****I.4 Laser Nd : YAG : caractérisation énergétique et temporelle, réglages, fonctionnement en mode relaxé et déclenché****I.5 Laser Nd : YVO4 picoseconde pompé par diode laser : mesure de durée d'impulsion par autocorrélation**



- 1 940 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 18 au 22 juin 2012

- >> Connaître le fonctionnement des fibres optiques monomodes et multimodes
- >> Comprendre leurs caractéristiques
- >> Savoir mettre en œuvre un système à base de fibre optique

## Thèmes abordés

- Notions élémentaires d'optique guidée.
- Les fibres optiques multimodes, monomodes : principe de fonctionnement, caractéristiques.
- Technologie des fibres : fabrication, caractérisations et mesures, injection, connectique.
- Applications des fibres : transport de faisceau laser, transmission numérique sur fibre, amplificateur à fibre optique dopée Erbium, amplificateur à fibre Raman, capteurs à fibre optique, gyroscope à fibre.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Communiquer de façon efficace grâce à l'acquisition du vocabulaire et des notions de base dans le domaine de la fibre optique.
- Manipuler et mettre en œuvre un système à base de fibre optique.
- Être en mesure de comprendre et/ou d'élaborer un cahier des charges techniques sur un système à fibre optique.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement, Support / Fabrication, Qualification...

## Industries

- Installateurs de réseaux fibrés, opérateurs télécom, Industries qui développent, fabriquent et testent des systèmes à fibre optique.

## Méthode pédagogique

- Tous les sujets seront abordés par une approche simple et pragmatique. Cette formation articulée autour de cours et de travaux pratiques permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

Stage

# LES FIBRES OPTIQUES : FONCTIONNEMENT ET APPLICATIONS

Durée

■ 5 jours

Public

■ Opérateur, technicien supérieur et ingénieur

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- RAPPELS D'OPTIQUES**

3 h 00

- A.1 La lumière : aspects corpusculaire et ondulatoire
- A.2 Notions élémentaires d'optique guidée
- A.3 Instruments de mesure

**B- LES FIBRES OPTIQUES**

9 h 00

- B.1 Structure générale**
- B.2 Paramètres essentiels**
- B.3 Fibres optiques multimodes**
  - Propagation de rayons lumineux dans une fibre à saut d'indice • Caractéristiques : ouverture numérique, atténuation, dispersion intermodale • Fibre optique multimode à gradient d'indice : caractéristiques.
- B.4 Fibres optiques monomodes**
  - Paramètres typiques : diamètre de cœur, atténuation, longueur d'onde de coupure.
  - 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.
- B.5 Technologie des fibres optiques**
  - Méthodes de fabrication des fibres optiques, clivage et polissage de l'extrémité d'une fibre.
  - Raccords par épissure et connecteurs, pertes par raccordement.
  - Normes • Caractérisations et mesures.

**C- APPLICATIONS DES FIBRES OPTIQUES**

9 h 00

- C.1 Transport de faisceau laser**
  - Couplage efficace dans une fibre optique • Exemple de systèmes optiques d'injection.
  - Application : diode laser fibrée.
- C.2 Transmission numérique sur fibres optiques**
  - Rappels sur les bruits de photodétection • Règles de conception élémentaires : budgets en puissance et en temps • Taux d'erreurs d'une liaison numérique.
  - Liaisons WDM et DWDM, composants associés.
- C.3 Amplificateur à fibre optique dopée**
  - Principe et intérêts de l'amplification optique • Amplificateur à fibre dopée Erbium : principe de fonctionnement, architectures typiques, principales caractéristiques.
  - Source large bande.
- C.4 Fibre optique non-linéaire**
  - Introduction à l'optique non-linéaire • Amplificateur à fibre optique Raman : principe de fonctionnement, architectures et caractéristiques typiques.
  - Propagation en régime soliton : effet Kerr optique, solitons temporel et spatial • Source très large bande.
- C.5 Laser à fibre optique**
  - Laser à fibre optique dopée • Laser à fibre Raman.
- C.6 Capteurs à fibre optique**
  - Principes • Mesures de contraintes, température, pression, accélération • Montages interférométriques.

**D- TRAVAUX PRATIQUES**

9 h 00

- Amplification optique et laser sur fibre optique dopée Erbium • Mesure d'atténuation sur fibre par réflectométrie • Mesure de dispersion de fibre optique monomode.
- Effet Raman dans une fibre en silice • Gyroscope à fibre optique • Injection dans une fibre.



- 1 940 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 18 au 22 juin 2012

- >> Comprendre le fonctionnement d'instruments optiques dédiés à la mesure
- >> Acquérir les bases des principes optiques utilisés dans ces instruments
- >> Couvrir une gamme d'instruments allant de la mesure visuelle directe à la mesure interférométrique
- >> S'initier à l'évaluation des performances et aux calculs d'incertitudes pour ces instruments

## Thèmes abordés

- Retour sur des notions d'optique classique.
- Rappels sur l'interférométrie.
- Mesures visuelles : positions, angles..., calculs d'incertitudes.
- Métrologie de pièces optiques par mesure du front d'onde :
  - par méthode non interférométrique,
  - par méthode interférométrique.
- Profilométrie par interférométrie en lumière blanche.
- Capteurs optiques.
- Mesures tridimensionnelles : forme, planéité, déplacements et déformations...
- Capteurs lasers pour mesures de distance, vitesse, accélération, états de surface...

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Mieux utiliser les instruments optiques en fonction d'un besoin de mesure.
- Comparer les potentialités des différents capteurs envisageables.
- Participer à l'élaboration d'un cahier des charges pour la réalisation d'un dispositif de mesure.

## Métiers concernés

- Bureau d'Etude, Recherche & Développement, Fabrication / Production, Contrôle / Mesure / Recette.

## Méthode pédagogique

- Cette formation articulée autour de cours et de démonstrations permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

# Stage INSTRUMENTATION OPTIQUE POUR MESURES DE GRANDEURS PHYSIQUES

CM7

Durée

■ 5 jours

Public

■ Niveau technicien supérieur et ingénieur,  
opticien et mécanicienNombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- A- NOTIONS DE BASSE****7 h 30****A.1 Optique****3 h 00**

- Optique géométrique • Photométrie • Notions de base sur les lasers et les fibres optiques.

**A.2 Rappel sur l'interférométrie****1 h 30**

- Optique ondulatoire • Interférences et principaux types d'interféromètres (Michelson, Fizeau, Mirau) • Notions de cohérence spatiale et temporelle.

**A.3 Capteurs lasers****1 h 30**

- Rappel sur les lasers et ses caractéristiques • Mesures de distances : télémètres.

**A.4 Calcul d'incertitudes****1 h 30**

- Méthodologie • Etude de cas.

**B- CAPTEURS LASER ET A FIBRE****7 h 30****B.1 Capteurs laser****4 h 30**

- Mesure de vitesses par capteurs laser Doppler • Anémomètre / vélocimètre • Mesures de positions / angles / déplacement • Mesure de dimensions de particules : granulométrie laser • Mesure de rugosité, démonstration : rugosimètre ZYGO • Travaux pratiques : mesure de longueur avec un interféromètre laser.

**B.2 Capteurs à fibre****3 h 00**

- Optique guidée, couplage, pertes, fibres monomodes et multimodes.
- Principe des capteurs à fibres optiques • Mesures de contraintes, température, pression, accélération.
- Montages interférométriques, gyromètres, vibromètres • Biocapteurs.

**C- IMAGERIE 2D/3D****9 h 00****C.1 Profilométrie par méthode interférentielle en lumière blanche****3 h 00**

- Principe de l'interférométrie en lumière blanche pour l'imagerie tridimensionnelle.
- Imagerie topographique (relief de la surface de l'objet) à résolution nanométrique en hauteur.
- Imagerie tomographique (structure interne de l'objet par des coupes optiques de ~ 1 micromètre d'épaisseur).

**C.2 Mesures 3D****6 h 00**

- Aspects métrologiques :
  - Mesurande, sensibilité, seuil de détection, résolution, répétabilité, résolution spatiale, exactitude, incertitude.
  - Chaîne de mesurage pour l'acquisition optique d'un champ de paramètres dimensionnels.
- Traitement du signal :
  - Codage aléatoire, codage en phase - Performance : sensibilité, résolution, résolution spatiale.
- Mesure de forme :
  - Stéréocorrélation (vision binoculaire de la scène) - Mesure de forme par projection de lumière structurée.
  - Mesure de planéité, d'aspect et qualité de surface par déflectométrie • Mesure de champs de déplacements et de déformations • Nombreux exemples de mesures.

**D- METROLOGIE DE PIÈCES OPTIQUES****6 h 00****D.1 Métrologie visuelle****1 h 30**

- Mesures de positions et d'angles, précisions associées • Goniomètre et théodolites.
- Calculs d'incertitudes associées.

**D.2 Métrologie de pièces optiques****3 h 00**

- Notion de front d'onde • Analyseur Shack-Hartmann (avec matrice de micro-lentilles) : théorie et démonstration • Mesure du front d'onde • Exemples de caractérisation de pièces optiques
- Relation à la qualité optique des composants.

**D.3 Métrologie de pièces optiques par interférométrie****1 h 30**

- Analyse des fronts d'onde par interféromètre laser • Méthode particulière : glissement de phase (phase-shift) • Démonstration d'un interféromètre industriel (ZYGO).

- 1 600 Euros H.T.  
(frais de repas :  
inclus dans le prix  
de la formation)



## Dates

- du 28 novembre  
au 1er décembre 2011

- >> Se familiariser avec l'holographie et ses applications
- >> Comprendre les principes de l'optique diffractive et connaître ses domaines d'applications
- >> analyser divers composants diffractifs usuels (réseaux, optiques hybrides, défecteurs de faisceaux)

## Thèmes abordés

- Rappels : optique ondulatoire, diffraction, interférences.
- Composants diffractifs traditionnels, réseaux de diffraction
- Concepts de structures diffractives.
- Matériaux d'enregistrement et de duplication d'optiques diffractives.
- Sources d'éclairage pour la lecture de structures diffractives
- Applications : composants optiques, imagerie tridimensionnelle, optiques non-conventionnelles, conformation de faisceaux.
- Cas de l'holographie

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Comprendre la problématique liée à la conception et à l'utilisation d'optiques diffractives. En connaître les applications.
- Caractériser un composant diffractif. L'intégrer dans un système optique.

## Métiers concernés

- Les métiers de l'imagerie (en particulier l'imagerie 3D).
- Concepteurs de systèmes optiques mettant en œuvre des optiques diffractives.
- Contrôle non destructif, métrologie.

## Industries

- Automobile, Aéronautique, Imagerie, Éclairage, Défense, Emballage, Sécurité (antifraude).

## Méthode pédagogique

- La formation s'appuie sur des présentations de cas concrets, avec de très nombreuses démonstrations. Divers enseignants, spécialistes au plus haut niveau dans leur domaine, introduisent dans des présentations interactives les concepts nécessaires à une compréhension intuitive, le plus souvent qualitative. Les aspects industriels (conception, fabrication) et commerciaux sont également abordés.

Stage

## OPTIQUE DIFFRACTIVE

Durée

■ 4 jours

Public

■ Niveau technicien supérieur et ingénieurs

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

## DURÉE

**A- BASES DE L'OPTIQUE DIFFRACTIVE****6 h 00**

A.1 Rappels d'optique ondulatoire

1 h 30

A.2 Diffraction – Interférences

1 h 30

A.3 Composants diffractifs. Équations de Meier - Possibilités - Applications

1 h 30

A.4 Réseaux / cellules de Bragg (déflecteurs/modulateurs)

1 h 30

**B- OPTIQUES DIFFRACTIVES****6 h 00**

B.1 Principes d'optique diffractive : exemples sur des cas simples (prismes)

1 h 30

B.2 Optique diffractive : du cas paraxial au calcul rigoureux

1 h 30

B.3 Éléments optiques diffractifs : applications

1 h 30

B.4 Correction de chromatisme par optique diffractive – Exemple d'optique hybride

1 h 30

**C- CAS DE L'HOLOGRAPHIE****6 h 00**

C.1 Reconstruction de fronts d'onde - Holographie digitale et holographie optique

1 h 30

C.2 Affichage 3D / mémoires holographiques, démonstrations, propriétés et limites

1 h 30

C.3 Holographie en temps réel et holographie dynamique. Filtre de nouveauté.

Matériaux photoréactifs

1 h 30

C.4 Contrôle non-destructif

1 h 30

· Interférométrie holographique, méthodes de speckle, autres techniques, démodulation de figures d'interférence.

**D- TRAVAUX PRATIQUES****6 h 00**

D.1 modulateur acousto-optique

3 h 00

D.2 Optique hybride

3 h 00

Ce programme sera adapté aux demandes des stagiaires. Le traitement de certains axes pourra être plus développé, ou réduit, suivant les souhaits et les besoins des participants .



- 910 Euros H.T.  
(frais de repas :  
inclus dans le prix  
de la formation)

## Dates

- du 28 au 29 juin 2012

- >> Comprendre le dimensionnement d'un éclairage à LEDs
- >> Evaluer les performances d'un système d'éclairage à LEDs et optimiser ses paramètres
- >> Concevoir un éclairage à LEDs

## Thèmes abordés

- Introduction : les LEDs sont de plus en plus présentes dans les produits.
- Notion d'optique et de photométrie.
- Principes d'une LED.
- Caractérisation optique : flux, intensité...
- Alimentation électronique.
- Comportement thermique et conséquences sur ses performances.
- Intégration d'une LED dans un montage :
  - Étude thermique
  - Étude optomécanique.
- Principales utilisations des LEDs et lien possible entre utilisation et caractéristiques.
- Normalisation.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Analyser et concevoir un système d'éclairage à base de LEDs.
- Comprendre et appréhender le vocabulaire lié aux LEDs.
- Pouvoir communiquer de façon efficace avec les fournisseurs.

## Métiers concernés

- Tous les métiers ayant une relation ou une application liée à l'éclairage.

## Industries

- Éclairage, Automobile, Biomédical... et de manière générale toute autre industrie intégrant ou non des LEDs.

## Méthode pédagogique

- Cette formation articulée autour de cours et de démonstrations permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

Stage

## LEDs : CARACTÉRISATION ET UTILISATION

Durée

■ 2 jours

Public

■ Ouvert à tous

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

## A- LED ET PERFORMANCE OPTIQUE

3 h 00

**A.1 Introduction : Utilisation des LEDs****A.2 Caractérisation optique**

- Flux • Intensité • Spectre d'émission • Colorimétrie • Correction en luminance et couleur d'un panneau de LEDs • Indicatrice d'intensité en fonction de l'angle d'émission.

**A.3 Démonstration**

- Mesure de flux et d'intensité d'une LED seule et d'un système à plusieurs LEDs.
- Utilisation d'un vidéocolorimètre.

## B- COMPORTEMENT THERMIQUE D'UNE LED

3 h 00

**B.1 Performance en fonction de la température**

- Analyse et démonstration : mesure du flux en fonction de la température.

**B.2 Intégration d'une LED dans un montage**

- Étude thermique • Nombreux exemples.

**B.3 Travaux dirigés**

## C- INTEGRATION D'UNE LED DANS UN MONTAGE

5 h 00

**C.1 Conception d'un dispositif d'éclairage à LED**

3 h 00

- Utilisation d'un logiciel de simulation optique • Méthodologie et exercices sur ordinateur
- Exemples de systèmes simples : collimateurs, guides...

**C.2 Alimentation électronique**

1 h 00

**C.3 Normalisation**

1 h 00

- Éclairage intérieur et extérieur.

## D- FOURNISSEURS DES LEDS ET DES SUPPORTS

1 h 00

- Compréhension des spécifications d'une LED et recensement des principaux fournisseurs.



- 2 640 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 12 au 15 mars 2012 et du 26 au 29 mars 2012

- >> Comprendre le dimensionnement d'un système optique, savoir évaluer ses performances de façon globale et être capable d'optimiser ses paramètres
- >> Découvrir l'ensemble des paramètres qui entrent en jeu dans la spécification d'un système optique, comme l'environnement, les propriétés des sources et des détecteurs
- >> Connaître les combinaisons optiques classiques et leurs applications

## Thèmes abordés

- Optique instrumentale.
- Sources.
- Propagation atmosphérique.
- Détecteurs.
- Combinaisons optiques classiques.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Rédiger le cahier des charges d'un système optique.
- Être acteur pour le dimensionnement d'un système optique.
- Caractériser un système optique.
- Optimiser un système optique (paramètres, conditions d'utilisation, composants).

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement.

## Industries

- Spatial, Défense, Industries de l'observation : imagerie, vidéo, photographie, astronomie.

## Méthode pédagogique

- Cette formation approfondie articulée autour de cours et de travaux pratiques permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour les mettre rapidement en œuvre.

L'Institut d'Optique *Graduate School* offre la possibilité de se spécialiser dans la conception optique assistée par ordinateur grâce aux stages « Initiation à la conception optique avec Zemax SE (CAO1) », « Conception optique avancée avec Zemax (CAO2) » ou « Conception optique avec Code V (CAO3) ».

Durée

■ 2 x 4 jours

Public

■ Niveau ingénieur

■ Toute personne amenée à évoluer dans un environnement présentant une composante optique forte (participation à un projet, utilisation/optimisation d'un instrument optique complexe...)

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- BASES D'OPTIQUE INSTRUMENTALE****9 h 00****A.1 Optique géométrique****6 h 00**

- Lois fondamentales de l'optique géométrique • Imagerie par un système optique
- Grandissement • Notion de surface d'onde. • Stigmatisme et aplanétisme.
- Ouverture et champ d'un instrument • Profondeur de champ.
- Aberrations chromatiques et géométriques • Aberrations accidentelles et d'excentrement.

**A.2 Radiométrie photométrie****3 h 00**

- Domaine de la radiophotométrie • Luminance et éclairage d'objets et d'images.
- Les grandeurs radiométriques et leurs unités • Radiométrie d'un instrument optique.
- Exercices d'applications • Lumière parasite.

**B- COMPOSANTS D'ÉMISSION/RÉCEPTION****7 h 30****B.1 Les sources / L'atmosphère****1 h 30**

- Spectre électromagnétique • Emissions atmosphériques, stellaires et cosmiques.
- Rayonnements solaire et terrestre.

**B.2 Propagation à travers l'atmosphère****1 h 30**

- Structure de l'atmosphère • Turbulence atmosphérique : origine, effets.
- Transmission atmosphérique (modèles) • Film : effet de la turbulence (en astronomie).
- Atténuation par les aérosols et molécules • Réfraction atmosphérique.

**B.3 Les détecteurs****4 h 30**

- Introduction - principales caractéristiques d'un détecteur.
- Détecteurs quantiques : principes, sources de bruit, exemples (détecteurs photoémissifs, PC, PV...).
- Détecteurs thermiques : principes, exemples.
- Détecteurs linéaires et matriciels : généralités, exemples, applications.

**C- SYSTÈMES OPTIQUES****19 h 30****C.1 Analyse d'un système optique****4 h 30**

- Évaluation des performances : - Fonction de transfert du détecteur (résolution, échantillonnage)
- Fonction de transfert globale du système optique - Évaluation de la fonction de transfert : mesure des aberrations, mesure de la FTM - Évaluation du bruit - Autres grandeurs utilisées pour caractériser les performances d'un système optique.
- Éléments de dimensionnement : - Spécification « système » - Détermination des principales caractéristiques du système optique et adaptation au détecteur • Exemples : exercices d'application.

**C.2 Introduction-Systèmes dioptriques 1****3 h 00**

- Introduction • Évaluation de la qualité image d'un système optique • Lentille simple.

**C.3 Systèmes dioptriques 2****6 h 00**

- Doublet • Transports d'image et de pupille • Objectifs de Petzval.
- Objectifs anastigmatiques • Objectifs de Gauss • Systèmes oculaires • Prismes.

**C.4 Télescopes****3 h 00**

- Télescopes • Télescopes à deux et trois miroirs • Télescopes off-axis.

**C.5 Systèmes Catadioptriques****2 h 00**

- Objectifs catadioptriques .

**C.6 Systèmes Divers****1 h 00**

- Objectifs à focale variable • Systèmes optiques infrarouges.

**D- TRAITEMENT DES IMAGES****6 h 00****D.1 Caractéristiques et propriétés d'une image****1 h 30**

- Formation d'une image et fonction de transfert (rappel) • Échantillonnage, quantification, niveau de gris, couleur...

**D.2 Techniques et pratiques de l'analyse d'image****4 h 30**

- Attributs en analyse d'image • Techniques d'analyse, filtrage et segmentation.
- Traitements morphologiques des images à niveau de gris et binaires.

**E- TRAVAUX PRATIQUES****6 h 00**



- 1 600 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 10 au 13 avril 2012

- >> Comprendre les grands principes de la détection infrarouge
- >> Découvrir l'état de l'art des technologies spécifiques
- >> Comprendre l'électronique associée
- >> Acquérir la méthodologie de caractérisation des détecteurs IR
- >> S'initier à la conception d'une caméra infrarouge

## Thèmes abordés

- Retour sur le rayonnement infrarouge et les lois de la radiométrie.
- Filières technologiques des détecteurs (quantiques, MPQ, microbolomètres).
- Caractérisation des détecteurs.
- Électronique : du circuit de lecture jusqu'au pilotage.
- Conception optique infrarouge.
- Visualisation optimale de l'information thermique.
- Méthodologie de conception d'une caméra infrarouge.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Mieux caractériser un détecteur IR.
- Comparer les potentialités des différents détecteurs IR.
- Participer à l'élaboration d'un cahier des charges pour la conception d'une caméra IR.
- Réaliser un avant-projet de caméra infrarouge.
- Optimiser un système IR par le choix judicieux des technologies impliquées.

## Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement, Fabrication / Production, Contrôle / Mesure / Recette.

## Méthode pédagogique

- Cette formation articulée autour de cours, de travaux dirigés et de travaux pratiques permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

Stage

## ANATOMIE D'UNE CAMÉRA INFRAROUGE

Durée

■ 4 jours

Public

■ Niveau technicien et ingénieur  
(Les bases de l'infrarouge sont supposées être connues)

Nombre stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

**A- INTRODUCTION : RAPPEL SUR L'INFRAROUGE THERMIQUE****1 h 30**

• Lois du Corps Noir • Émissivité • Loi de Kirchhoff.

**B- DÉTECTION INFRAROUGE****13 h 30****B.1 Les Principes****1 h 30**

• Détecteurs quantiques • Détecteurs thermiques.

**B.2 Les grandes filières de détecteurs****3 h 00**

• Refroidis (MCT, InSb, MPQ...) • Non refroidis (microbolomètres).

**B.3 Electronique de proximité****1 h 30**

• Circuits de lecture • Numérisation.

**B.4 Technologie cryogénique****1 h 30**

• Cryostats • Fluides cryogéniques • Machines à froid.

**B.5 Electronique de pilotage****1 h 30**

• Règles de conception • Évaluation.

**B.6 Caractérisation des détecteurs infrarouge****4 h 30**

• Méthodologie.

• Travaux dirigés et travaux pratiques de caractérisation de détecteurs IR.

**1 h 30**  
**3 h 00****C- CONCEPTION D'UNE CAMERA INFRAROUGE****9 h 00****C.1 Conception d'une optique infrarouge****1 h 30**

• Matériaux IR • Règles de conception • Combinaisons optiques.

**C.2 Visualisation de l'image infrarouge****1 h 30**

• Échelles de couleur • Traitement local ou global • Visualisation optimale de l'information.

**C.3 Dimensionnement d'un système infrarouge****3 h 00**

• Pré-dimensionnement d'un système optique : du besoin à la spécification technique (BE).

**C.4 Bilan de liaison****1 h 30**

• Évaluation au premier ordre des performances radiométriques et en résolution spatiale d'un système infrarouge.

**C.5 Retour d'expérience IR, table ronde****1 h 30**

• Présentations de différentes caméras infrarouges, retour d'expérience.



- 2 220 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 2 au 4 novembre 2011 et du 16 au 18 novembre 2011
- du 5 au 7 novembre 2012 et du 19 au 21 novembre 2012

## >> Acquérir les connaissances nécessaires à la spécification, la conception et l'évaluation des systèmes optroniques

### Thèmes abordés

- Sous-ensembles optroniques : sources, milieux de propagation, systèmes optiques, détecteurs.
- Conception et évaluation d'un système complet.
- Systèmes infrarouges : caméra thermique, imagerie proche IR.
- Systèmes Laser : télémètre, Lidar, désignation d'objectif, guidage de missile.
- Intensificateurs de lumière.

### Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Communiquer de façon efficace, grâce à l'acquisition du vocabulaire et des notions spécifiques au domaine de l'optronique.
- Spécifier un équipement optronique et en réaliser la recette.
- Participer à la conception de systèmes, à la caractérisation et l'évaluation de leurs performances.

### Métiers concernés

- Bureau d'Étude, Recherche & Développement, Responsables de programmes.

### Industries

- Défense, Spatial, Surveillance, Sécurité, Automobile.

### Méthode pédagogique

- Cette formation spécialisée articulée autour de cours et de démonstrations interactives permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en œuvre.

# Stage SYSTÈMES OPTRONIQUES

Durée

■ 2 x 3 jours

Public

■ Niveau ingénieur

Nombre  
stagiaires

■ 12 personnes

## PROGRAMME

DURÉE

### A- COMPOSANTS DE BASE

18 h 00

#### A.1 Radiométrie

3 h 00

- Lois et grandeurs fondamentales • Relations de base entre grandeurs.
- Grandeurs spectrales • Systèmes d'unités radiométriques (énergétiques, photoniques, lumineuses) • Rayonnement thermique : lois du Corps Noir, émissivité, loi de Kirchhoff • Exercices d'applications.

#### A.2 Systèmes optiques

3 h 00

- Architectures et composants des systèmes optiques • Formation des images.
- Fonction de transfert de modulation • Influence de la diffraction et des aberrations • Exemples de systèmes optiques pour l'imagerie dans le visible et l'infrarouge.

#### A.3 Milieux de propagation

3 h 00

- Propriétés générales des milieux et des surfaces.
- Coefficient d'extinction, cas particulier de l'atmosphère (logiciels).

#### A.4 Détecteurs

3 h 00

- Généralités : physique de la photodétection, détecteurs quantiques et thermiques.
- Paramètres : réponse spectrale, bruit, détectivité, bande passante.
- Détecteurs quantiques • Détecteurs photoconducteurs, photovoltaïques.
- Détecteurs matriciels.

#### A.5 Exercices

3 h 00

#### A.6 Démonstrations

3 h 00

- Mesure de la FTM d'un système optique • Caractérisation d'un détecteur IR.

### B- CONCEPTION ET PERFORMANCES DE SYSTÈMES OPTRONIQUES

18 h 00

#### B.1 Conception et évaluation d'un système optronique

4 h 30

- Cahier des charges • Modélisation et simulation, calcul du signal • Procédures d'évaluation : systèmes à détection automatique et à visualisation • Filtrage, optimisation du rapport Signal à Bruit • Le problème général de la détection : probabilités de détection et de fausse alarme • Spécificité de la détection optique : performances des systèmes automatiques et à visualisation • Influence de la visibilité météo.

#### B.2 Systèmes télévision de nuit

1 h 30

- Intensificateurs de lumière • Les différentes générations.

#### B.3 Systèmes Infrarouges Passifs

4 h 30

- Architectures, capteurs de flux et d'imagerie • Imagerie proche IR : observation de la terre (SPOT).
- Imagerie IR thermique, choix de la bande spectrale. Détecteurs : barrettes linéaires, matrices IRCCD • Sensibilité thermique (NETD, MRTD) d'une caméra infrarouge (FLIR).

#### B.4 Traitement d'Image Infrarouge

3 h 00

#### B.5 Systèmes Laser

3 h 00

- Applications, architectures et classification des systèmes laser • Comparaison lidars / radars.
- Procédures d'évaluation : choix de laser, bilan de liaison sur cible résolue ou non.
- Techniques de mesures laser : télémétrie, écartométrie, vitesses radiales et précisions correspondantes • Désignation laser d'objectifs et guidage de missile.
- Mesure de distance / Doppler • Imagerie laser • Lidars atmosphériques : diffusion par aérosols et molécules (télé-détection atmosphérique) • Applications : météo, anémométrie, pollution.

#### B.6 Démonstrations

1 h 30

- Imagerie IR, MRTD et télémétrie laser.



- 1 250 Euros H.T.  
(frais de repas :  
inclus dans le prix  
de la formation)

## Dates

- du 21 au 23 novembre 2011
- du 14 au 16 mars 2012

- >> Acquérir les bases réglementaires, normatives et techniques pour assurer la mise en place et le maintien des mesures de prévention et de protection concernant l'ensemble des risques
- >> Réaliser de façon autonome des analyses ou des dossiers de sécurité, calculer des gabarits de sécurité, dimensionner des protections individuelles et collectives
- >> Conseiller les utilisateurs d'équipements laser ou de sources pour la mise en oeuvre de la sécurité laser

## Thèmes abordés

- Lasers, optique et radiométrie
- Réglementation
- Normalisation
- Effets biologiques des lasers

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Vérifier et améliorer la conformité d'une installation
- Effectuer des calculs de sécurité laser

## Métiers concernés

- Service de sécurité du travail, Laboratoires de recherche, Développement de systèmes laser

## Méthode pédagogique

- Cette formation approfondie articulée autour de cours, d'exercices d'application et de travaux pratiques permet d'intégrer efficacement ces nouvelles compétences pour rapidement les mettre en oeuvre.

Stage  
LASER SAFETY OFFICER

CS4

Durée

■ 3 jours

Public

- Responsables de sécurité de sites industriels, de laboratoires ou de centres d'essais
- Ingénieurs de recherche
- Médecins du travail

Nombre stagiaires

■ 10 personnes

PROGRAMME

DURÉE

**A-GÉNÉRALITÉS SUR LA SÉCURITÉ LASER**

**2 h 00**

- Principe de l'émission laser
- Caractéristiques et technologies des principaux lasers
- Applications des lasers

**B- RISQUES, NORMALISATION**

**5 h 00**

- Risques liés aux rayonnements
- Les normes de protection, classification et vlc
- Réglementation
- Définitions, grandeurs et unités en radiométrie

**C-PROTECTION & PRÉVENTION**

**7 h 00**

- Risques associés à la mise en œuvre des lasers
- Mesures de prévention et de protection
- Protection individuelle
- Analyse de sécurité

**D-ÉTUDES DE CAS, TP**

**7 h 00**

- Analyse d'accidents laser : projection d'un film
- Visites de laboratoire
- Maintenance, réglages sur les systèmes laser
- Calculs d'EMP et de DNRO(s)
- Démonstration du logiciel Lasersafety
- QCM , bilan

■ 1 565 Euros H.T.

## Dates

■ du 5 au 8 juin 2012

>> Comprendre le fonctionnement des réseaux de transmission performants comme les réseaux multiplexés en longueur d'onde « WDM » et les réseaux numériques à très haut débit

## Thèmes abordés

- Ce stage présente les divers types de réseaux modernes de transmission par fibre optique ainsi que les techniques particulières mises en œuvre dans ceux-ci (amplification optique, multiplexage en longueur d'onde).

## Méthode pédagogique

- L'enseignement comprend des conférences basées sur l'analyse de systèmes récents de transmission par fibre optique.
- Démonstration en laboratoire (composants, systèmes de transmission sur fibre, mesure du TEB)

## Lieu du stage

- Gif-sur-Yvette

# Stage RÉSEAUX OPTIQUES À TRÈS HAUT DÉBIT

CS5

Durée

■ 4 jours

Public

- S'adresse particulièrement aux ingénieurs et aux techniciens qui, travaillant dans le domaine des transmissions et des télécommunications, désirent approfondir leurs connaissances sur les réseaux utilisant la fibre optique
- La connaissance des principes fondamentaux de fonctionnement des fibres optiques (propagation, dispersion, affaiblissement) et des composants optoélectroniques associés (diodes laser, photodiodes) est souhaitable

Nombre  
stagiaires

■ 20 personnes

## PROGRAMME

### A- RÉSEAUX DE TRANSMISSION PAR FIBRE OPTIQUE

- Réseaux numériques à très haut débit (40 Gb/s).
- Réseaux multiplexés en longueur d'onde.
- Systèmes sous-marins de transmission par fibre optique.
- Utilisation des amplificateurs optiques dans les transmissions.

### B- COMPOSANTS SPÉCIFIQUES

- Diodes laser monomodes DFB-DBR, modulateurs, isolateurs, multiplexeurs, coupleurs, fibres.
- Récepteurs optiques, structures, PINFET, composants intégrés.
- Éléments de fiabilité des composants optoélectroniques.
- Circuits intégrés photoniques.
- Taux d'erreur binaire et diagramme de l'œil (laboratoire : plate-forme technologique PRISME).
- Laboratoire : plate-forme technologique PRISME, systèmes de transmission sur fibre optique, mesure du TEB.



- 1 250 Euros H.T. (frais de repas : inclus dans le prix de la formation)

## Dates

- du 23 au 25 mai 2012

- >> Acquérir rapidement et simplement les notions de base de l'imagerie numérique
- >> S'initier au traitement d'image
- >> Comprendre et utiliser le vocabulaire propre au traitement d'image

## Thèmes abordés

- Formation d'une image numérique.
- Visualisation d'une image.
- Introduction aux traitements d'image.

## Que peut-on faire à l'issue de ce stage (exemples) ?

- Comprendre le langage des spécialistes de l'imagerie numérique.
- Utiliser des logiciels professionnels de traitements d'images.

## Métiers concernés

- Tous les métiers ayant une relation ou une application liée à l'imagerie numérique.

## Industries

- Automobile, Agroalimentaire, Pharmaceutique, Cosmétique, Médical, Défense, Spatial, Vidéosurveillance...

## Méthode pédagogique

- Cette formation articulée autour de cours, de cas concrets et d'exercices sur plusieurs logiciels professionnels de traitement d'image permet d'acquérir et d'assimiler efficacement ces nouvelles connaissances pour rapidement les mettre en œuvre.

# Stage IMAGERIE NUMÉRIQUE

Durée

■ 3 jours

Public

■ Ouvert à tous  
■ S'adresse aux personnes concernées de près ou de loin à l'analyse et au traitement des images

Nombre stagiaires

■ 15 personnes

## PROGRAMME

## DURÉE

### A- FORMATION D'UNE IMAGE NUMÉRIQUE

6 h 00

- Propriétés optiques d'une image.
- Formation d'une image et fonction de transfert.
- Propriétés numériques d'une image : échantillonnage, quantification, niveau de gris, couleur...
- Travaux pratiques : études de cas à l'aide de logiciels professionnels. (Image J logiciel Open Source du NIH, logiciel IDL de ITT VIS...).

### B- VISUALISATION D'UNE IMAGE

3 h 00

- Conditions d'une bonne perception de l'image.
- L'œil et ses pièges dans le diagnostic et l'analyse d'une image.
- Illustrations sur de nombreux exemples.

### C- TRAITEMENTS D'IMAGE DE BASE

9 h 00

- Formats des images.
- Histogramme et table des couleurs, vraie et fausse couleur.
- Images et bruits.
- Les filtres et les traitements de base : rehaussement, débruitage, correction géométrique, initiation à la restauration (Wiener), déconvolution, analyse en composantes principales. De nombreux exemples permettront d'illustrer ces traitements dans différents domaines. Chaque stagiaire pourra se familiariser directement avec ces outils afin d'en acquérir la maîtrise.

## Informations pratiques et plan d'accès

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

Vos contacts au Service Formation Continue :  
le secrétariat pour les inscriptions et la gestion administrative.  
Un bulletin d'inscription est disponible dans le catalogue ou sur le site web.



## Organisation des stages

### Lieu

Les stages se déroulent dans les nouveaux bâtiments de L'Institut d'Optique *Graduate School* (voir plan), à l'adresse suivante :

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

### Prix des stages

- Le prix d'un stage dépend de son sujet et de sa durée. Il est précisé sur chaque fiche descriptive du stage.

### Horaires

- Ils sont communiqués aux stagiaires au moins 2 semaines avant le début du stage.  
Une journée de stage comporte généralement 6 heures d'enseignement (3 le matin et 3 l'après-midi).  
Les cours sont donnés en séances d'une heure et demie, avec une pause d'un quart d'heure en milieu de matinée et d'après-midi.  
Une séance de TP correspond plutôt à un bloc de 3 heures sans interruption.

### Repas de midi

- Ils sont pris au restaurant de l'École Polytechnique, qui est situé à proximité immédiate de l'Institut d'Optique *Graduate School*.  
Les frais de restauration sont inclus dans le prix de la formation.

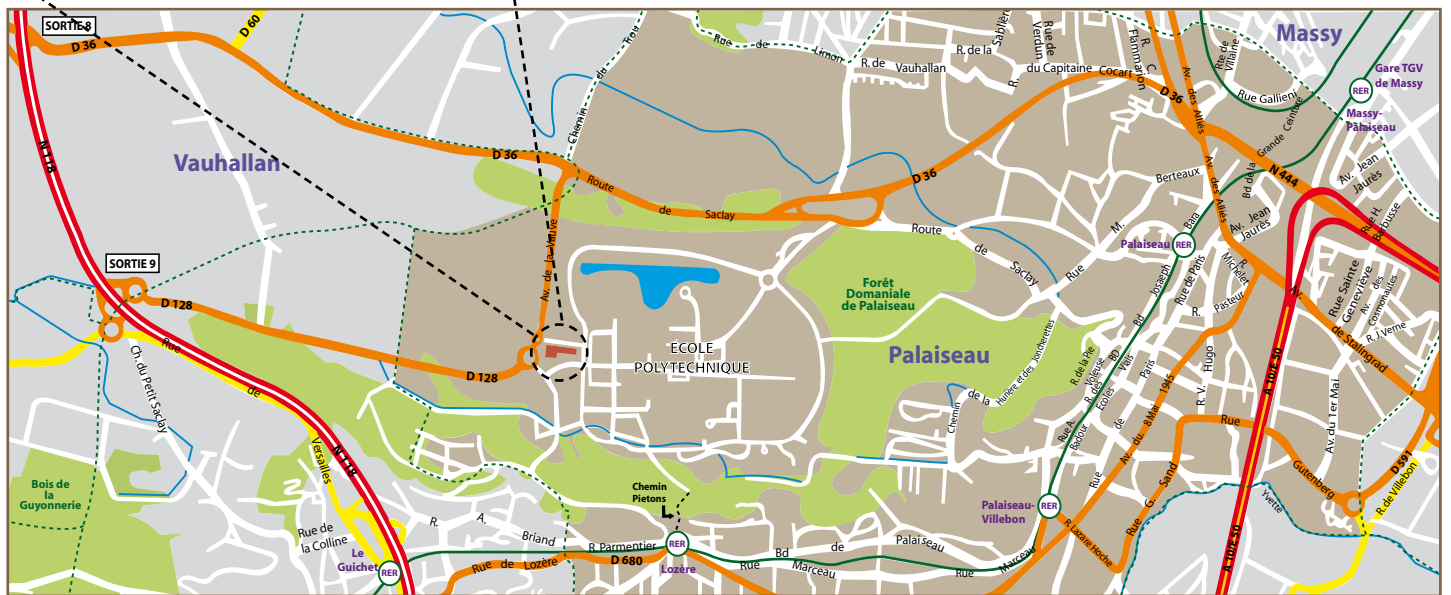
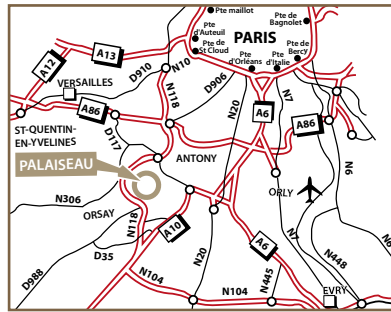
### Documentation

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

### Evaluation du stage

- A la fin du stage, une évaluation écrite est demandée à chaque participant et la réunion de synthèse est l'occasion d'y apporter des suggestions supplémentaires. Cette démarche nous permet de nous assurer de la satisfaction des stagiaires quant au contenu et à la qualité des enseignements pédagogiques et de générer si besoin des améliorations.

## Plan d'accès - Palaiseau



- **Depuis Paris Porte de Saint-Cloud et Pont de Sèvres par la N118**  
 A la porte de St Cloud, suivre la N 10 direction « Bordeaux/Nantes ». Prendre la N 118 vers « Bordeaux/Nantes/Orléans/Chartres ». Prendre la sortie n°9 Centre Universitaire. Au passage des deux ronds-points successifs, suivre la direction RD128 Palaiseau.
- **Depuis l'A10 en provenance de Paris**  
 Depuis Paris par l'autoroute A10, prendre la N444 (à l'extrême gauche) en direction de Versailles/Igny/Bièvres/Cité Scientifique puis continuer sur la D36 en direction de Saclay.  
 Ne pas prendre la sortie à gauche « Ecole Polytechnique » car l'Institut d'Optique Graduate School est sur le campus et non dans l'Ecole Polytechnique. Continuer tout droit sur la D36 et au rond-point tourner à gauche sur la RD 128 direction Orsay/Saint-Aubin/Gif-sur-Yvette.  
 L'Institut d'Optique se trouve à gauche, 500 mètres plus loin à côté de Thales.
- **En transports en commun**  
 RER B, RER C ou Gare TGV (la gare des RER est attenante à la gare TGV) : descendre à la station « Massy-Palaiseau » et prendre le bus TransEssonne n°91-06. Descendre à l'arrêt « Ecole Polytechnique RD128 ».  
 RER B : descendre à la station « Lozère » : pas de bus, itinéraire piéton uniquement d'au moins 15 minutes (300 marches environ), pénible si l'on est chargé, glissant par mauvais temps.
- **Depuis les aéroports**  
 Aéroport d'Orly (via OrlyVal, RER B et le bus TransEssonne).  
 Aéroport de Roissy-Charles de Gaulle (via RER B et bus TransEssonne).

# Bulletin d'inscription

## Conditions générales de vente

### ■ INSCRIPTIONS ET RENSEIGNEMENTS

INSTITUT D'OPTIQUE *GRADUATE SCHOOL*, Formation Continue,  
2 avenue Augustin Fresnel - 91127 PALAISEAU Cedex  
Téléphone : 01 64 53 32 36 - Télécopie : 01 64 53 32 01  
e-mail : fc@institutoptique.fr - web : www.institutoptique.fr

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

## Dispositions contractuelles

### ■ Convention

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

#### **Déclaration au SERVICE DE CONTRÔLE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE :**

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

Code APE : 8542Z - Numéro SIRET : 784 616 989 000 33

Numéro intracommunautaire : FR 91784616989 - Numéro Immatriculation : 1191P002691

### ■ Facturation

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

### ■ Participation et déroulement des stages

Les stages ne peuvent être fractionnés : les stagiaires ne peuvent être inscrits que pour la durée totale du stage. Cependant, ils ne sont pas tenus d'assister à toutes les activités.

Au cas où un stagiaire souhaite suivre plusieurs stages la même année, il peut être dispensé des séances concernant les sujets exposés dans les stages précédents.

Tout stage commencé par un stagiaire est dû. Les journées qui n'ont pu être suivies dans un stage pourront l'être lors d'une présentation ultérieure du stage considéré, sans frais supplémentaires.

### ■ Annulation d'inscription

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

### ■ Annulation de stage

L'Institut d'Optique *Graduate School* se réserve la possibilité d'annuler un stage si le nombre d'inscrits est insuffisant, auquel cas elle prévient au plus tôt les personnes inscrites pour essayer de définir avec elles une solution de remplacement.

### ■ Attestation de stage

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

■ A RETOURNER À L'ADRESSE SUIVANTE :

Institut d'Optique *Graduate School* - Formation Continue  
2 avenue Augustin Fresnel - 91127 PALAISEAU Cedex

ou par Fax au : 00 33 (0)1 64 53 32 01

Une confirmation de l'inscription vous sera envoyée dès réception de ce bulletin d'inscription.

Le délai d'inscription est d'un mois minimum avant le début du stage.

## Stage 2011 - 2012

Intitulé du stage : .....

Dates du stage : .....

Société : .....

Adresse : .....

.....

Nom du contact au Service Formation : .....

Tél. : ..... Fax : ..... E-mail : .....

## Stagiaire

Nom : ..... Prénom : .....

Date de naissance : ..... Formation initiale / Diplôme : .....

Connaissance en optique :  Débutant  Initié  Avancé

Service : ..... Poste occupé / Fonction : .....

Adresse professionnelle : .....

.....

Tél. : ..... E-mail : .....

• Quels sont vos objectifs en suivant ce stage ?

.....  
.....  
.....

• Quels sont les thèmes qui vous intéressent plus particulièrement ?

.....  
.....



Établissement d'Enseignement Supérieur et de Recherche

Formation d'ingénieurs

Formation professionnelle

Masters

Recherche et études doctorales

**INSTITUT**  
**d'OPTIQUE**   
**GRADUATE SCHOOL**

**Institut d'Optique Graduate School**

Formation continue

2 avenue Augustin Fresnel

91127 Palaiseau Cedex France

Tél. : 01 64 53 32 36 • Fax : 01 64 53 32 01

E-mail : [fc@institutoptique.fr](mailto:fc@institutoptique.fr)

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