

# [ *Optique pour l'ingénieur (OPI)* ]

Pascal PICART

École Nationale Supérieure d'Ingénieurs du Mans

72085 LE MANS cedex 9

email : [pascal.picart@univ-lemans.fr](mailto:pascal.picart@univ-lemans.fr)

Nicolas POSTEC

Pôle Ressources Numériques (PRN)

72085 LE MANS cedex 9

email : [nicolas.postec@univ-lemans.fr](mailto:nicolas.postec@univ-lemans.fr)

# [ Sommaire ]

- I. **État de l'art - soutien d'UNIT dans le domaine**
- II. **« SFO pédago »**
- III. **Présentation générale de « OPI »**
- IV. **Aspects pédagogiques**
- V. **Aspects Gestion & Production**

# [ État de l'art en 2006 ]

- Les ressources en **optique** sur le Web francophone sont peu nombreuses
- UNIT décide de soutenir 3 projets :
  - **Projet SFO** déposé en juin 2005 : Constituer une base de données regroupant différents types de ressources (figures, photographies, graphiques, animations, etc..).
  - **Projet TIM-UNIT** soutenu par la communauté du club EEA et du GDR ISIS : spécifique au traitement de l'image
  - **Projet « Optique pour l'instrumentation »** : contribution ciblée dans le domaine de l'instrumentation optique - cours de niveau Master

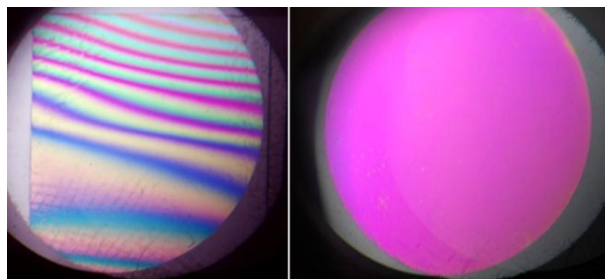
# [ Projet SFO « Pédago » ]

- Objectif : Base de données **nationale** permettant de mettre en commun les ressources pédagogiques dédiées à l'enseignement de l'optique

- Outil pédagogique **libre d'accès**
- **Mutualisation** des travaux des enseignants (déjà existants)
- **Visibilité** des productions pédagogiques **à l'échelle nationale**



- ✓ Des documents iconographiques : images, schémas, courtes séquences vidéos



## *Documents légendés et libres de droits*

*Franges d'égale épaisseur à l'interféromètre de Michelson  
(Lame couvre-objet pour microscope)  
Gérard Rebmann, SFO enseignement*

- ✓ Des documents textes : **cours, TD, TP, examens**

<http://hal-sfo.ccsd.cnrs.fr/>



**Documents hébergés sur un serveur d'archives national (Hal-CCSD) moissonné par Unit**

# [ SFO « Pédago » (2) ]

- Porté par la Commission Enseignement de la SFO
- Structuration de la communauté des enseignants en optique autour d'un outil fédérateur



*Laboratoires de rattachement des contributeurs (national)*

Nécessité du dépôt des ressources sur un hébergeur national



Hal-CCSD  
archives ouvertes du CNRS

# [ SFO « Pédago » (3) ]



- Réseau de **correspondants locaux** (au moins 1 par établissement en optique)  
⇒ *susciter les dépôts, faire connaître Hal SFO, ...*
- Une mise en commun en respectant l'identité des contributeurs : **collections**

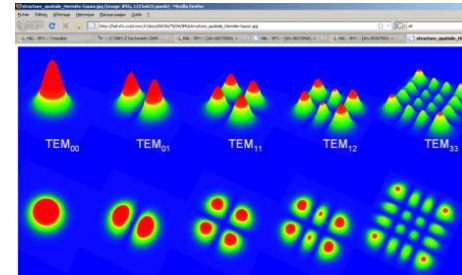
✓ Optique pour l'Ingénieur (Images)

*Structure spatiale des modes de Hermite-Gauss d'un laser*

Sébastien Forget

Laboratoire de Physique des Lasers, Consortium OPI

✓ École de Physique des Houches



HAL : sfo-00270560, version 1

Quantum key distribution over 25 km with an all-fiber continuous-variable system

Titre : Quantum key distribution over 25 km with an all-fiber continuous-variable system

auteur(s) : Thierry Debuichet et al.

Laboratoire : 1: Thales Research and Technologies  
2: Thales Research and Technologies  
3: Ecole de Physique des Houches

Résumé : We report on the implementation of a reverse-reconciliated coherent-state continuous-variable quantum key distribution system, with which we generated secret keys at a rate of more than 2 kbit/s over 25 km of optical fiber. Time multiplexing is used to transmit both the signal and phase reference in the same optical fiber. Our system includes all experimental aspects required for a field implementation of a quantum key distribution setup. Real-time reverse reconciliation is achieved by using fast and efficient LDC error-correcting codes.

Donateur : Physique atomique et moléculaire, optique quantique, lasers [530.141] / Optique quantique [530.155]

Date de rédaction : 01/01/2008

Type de publication : Travail  
Niveau : Doctorat  
Catégorie : Cours  
Langue : Anglais

Droits : P - NC - NM

Liste des fichiers attachés à ce document :  
sfo-00270560\_v4.pdf (594,2 KB)

Accueil Consultation Recherche

14 articles

Consultation > Liste des articles <

33 documents classés par : Date

1 - 2 - 3 - 4

Structure d'une onde laser à l'intérieur d'une cavité linéaire à deux miroirs.  
Forget S.  
Structure d'une onde laser à l'intérieur d'une cavité linéaire à deux miroirs sphériques de rayons de courbures R1 et R2 distants de d. Sur l'axe z : on appelle z1 et z2 les positions des miroirs M1 et M2. Le waist est noté w0. [sfo-00367500 - version 1]

Coupe transverse d'un faisceau gaussien : définition du waist.  
Forget S.  
Coupe transverse d'un faisceau gaussien : définition du waist (noté w0). [sfo-00367507 - version 1]

Interférences de deux ondes planes.  
Forget S.  
La superposition de deux ondes planes cohérentes génère un champ d'interférences : dans cette région la lumière présente une modulation sinusoidale avec des zones éclairées et des zones sombres. Ces zones sombres et brillantes sont des franges d'interférences. [sfo-00367505 - version 1]

Deux types d'interférences.  
Forget S.  
Il existe deux grandes classes d'interférences : l'interféromètre à division d'amplitude et celui à division de front d'onde. Avec l'interféromètre à division d'amplitude le faisceau géométrique est conservé en entier mais son énergie, donc l'amplitude du champ électrique, est partagée en deux par une lame séparatrice. Avec des interféromètres il est possible d'obtenir des sources larges sans pour autant perdre en contraste. L'observation des franges est dans ce cas localisée à l'intersection des deux rayons émergents issus du même incident. Pour les interféromètres à division de front d'onde, le faisceau géométrique est « coupé » en deux « mécaniquement ». Dans ce type d'interféromètre le contraste des franges diminue très vite avec la largeur de la source. [sfo-00367540 - version 1]

Schéma d'un montage de trous d'Ioung.  
Forget S.  
Le schéma décrit le dispositif des trous d'Ioung. La source S, collimatée par la lentille, éclaire le plan des trous F1 et F2 qui sont distants de la quantité a. Les trous diffractent la lumière vers le point E sur l'écran. Il y a superposition des ondes diffractées et interférences. [sfo-00367504 - version 1]

Structure spatiale des modes de Hermite-Gauss d'un laser.  
Forget S.  
Quelques modes Hermite-Gaussiens d'un laser : structure transverse. [sfo-00367504 - version 1]

Lame mince de grant d'épaisseur 30 µm observée en transmission avec un objectif x10.  
Forget S.  
Image d'une lame mince de grant d'épaisseur 30 µm observée en transmission avec un objectif x10. (a) : lumière naturelle, (b) : lame entre polariseurs parallèles, (c) la lame entre polariseurs croisés, (d) position quelconque des deux polariseurs l'un par rapport à l'autre. [sfo-00367504 - version 1]

Collection : consortium OPI

# [ SFO « Pédago » (4) ]

- Fonctionne sur un système similaire à Hal (recherche, consultation, ....)

## Base de données

## Dépôts

## Consultations

Archive Ouverte de la Société Française d'Optique

Accueil Déposer Consulter **Rechercher** Services

version française RSS

Rechercher > Recherche avancée ..

Veillez décrire votre requête dans le formulaire ci-dessous. Les champs vides seront ignorés

Titre  contient  biréfringence et

Auteur (nom)  est exactement  et

Nom du laboratoire  est exactement  et

Année de rédaction  supérieure ou égale à

Rechercher Annuler

Trier les résultats suivant

date de publication, écriture ou dépôt desc.

type de document

Textes Images

Nombre de documents trouvés : 3 documents

**Teintes de Newton et abaques de détermination de la biréfringence.**  
Sarré J., Sauer H.  
Représentation en couleur des teintes de Newton (couleurs obtenues par interférence à deux ondes en lumière blanche). Dans le conte biréfringentes à faces parallèles sous microscope polarisant en éclairage orthoscopique, avec l'analyseur parallèle (à gauche) ou perpendiculaire (à droite) de la biréfringence de la lame biréfringente observée en déterminant la droite noire radiale qui passe à l'intérieur de la droite blanche verticale correspondant à l'épaisseur de ladite lame (diagramme de A. Michel-Lévy et A. Lacroix). [sfo-00351561 - version 1]

**Biréfringence acquise par contraintes**  
Rebmann G., Baly F.-X.  
X en plexiglas sous contrainte uniaxiale verticale. Observé entre polariseurs croisés, on décode les zones équi-contraintes par les couleurs. [sfo-00292567 - version 1]

**OBSERVATION RÉCENTE D'UNE FORME DE BIRÉFRINGENCE DANS CERTAINS CRISTAUX À SYMMÉTRIE CUBIQUE THÉORIE ET CONSÉQUENCES**  
Dettwiler L.  
[sfo-00381401 - version 1]

L'URL de cette page est : http://hal-sfo.ccsd.cnrs.fr/index.php?action\_todo=search&type=advanced&langue=fr&subaction=DATEPROC&ascdesc=DESC&p\_D=contained&v\_0=birefringence&f\_0=TITLE&l\_0=and&p\_1=est\_exactly&f\_1=NMAUT&l\_1=and&p\_2=est\_exactly&f\_2=LAB&l\_2=and&p\_3=est\_exactly&f\_3=YEAR

Archive Ouverte de la Société Française d'Optique

Accueil Mon espace Déposer Consulter **Rechercher** Services

Administrateur > Statistiques ..

Type de statistique Consultation des articles

Statistiques

des articles les plus consultés

Nombre de documents 50

Consultation

Fiches consultées  
Fiches étiquetées  
Fichiers

Consulter le graphique

Consultation des articles les plus consultés

Nombre de consultations

900  
720  
540  
360  
180  
0

Archive Ouverte de la Société Française d'Optique

Accueil Mon espace Déposer Consulter **Rechercher** Services

Administrateur > Statistiques ..

Type de statistique Cumul des dépôts

Consulter le graphique

Cumul des dépôts

140  
120  
100  
80  
60  
40  
20  
0

2007 2008 2009

Récupérer les données

Visibilité nationale par le portail Unit et par le serveur Hal

# [ Optique pour l'Ingénieur ]



- **Créer une banque de ressources numériques dans le domaine de *l'Instrumentation Optique pour l'ingénieur* de haute qualité scientifique et entièrement libre de droit**
- Utilisation des ressources en formation initiale, à distance, professionnelle - environ 1600 étudiants
- **But : Valorisation du savoir faire des établissements partenaires au niveau national et international**



# [ Partenaires ]

## 7 Écoles d'Ingénieurs



## 5 Universités



## 1 IUT

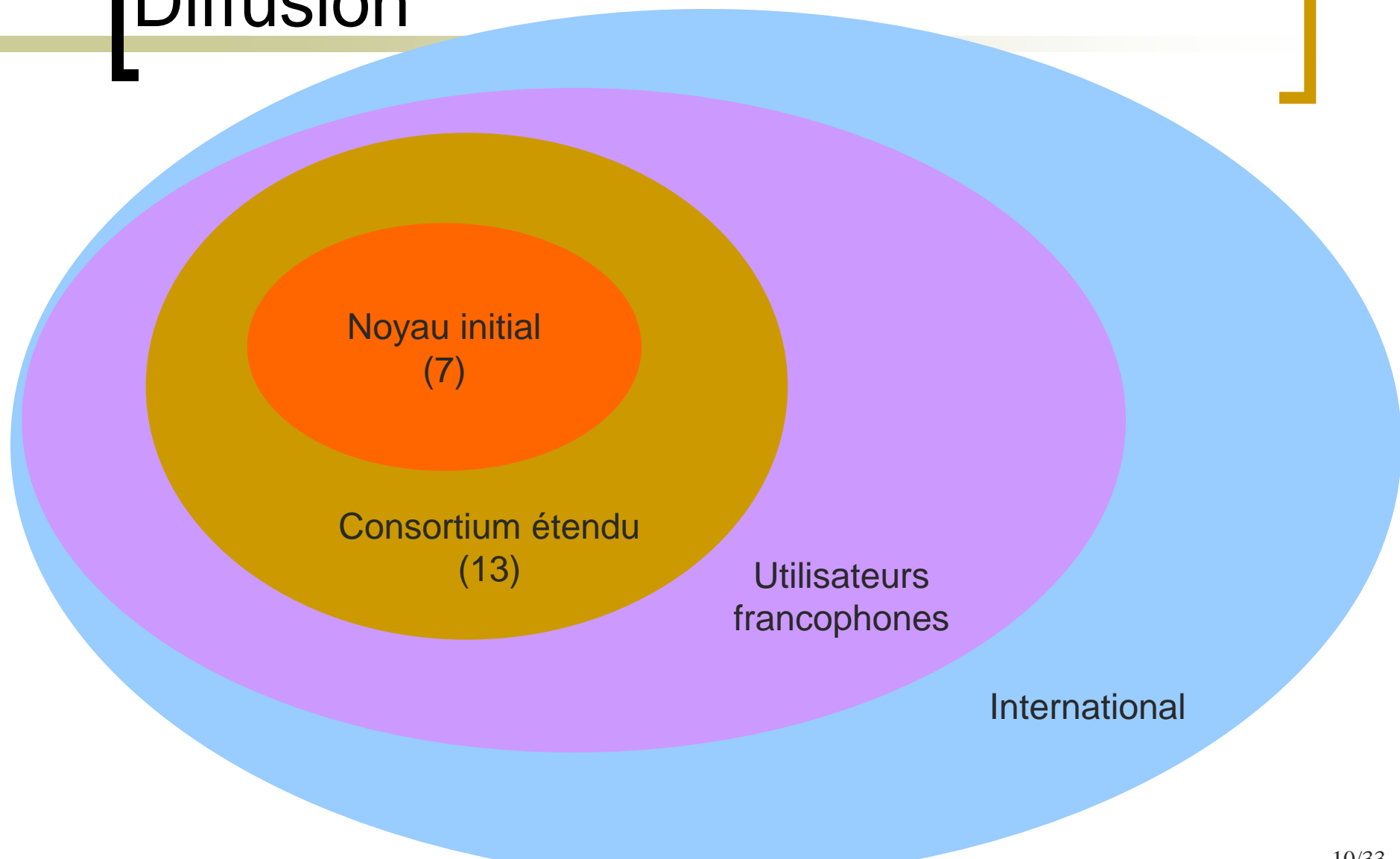


## 2 institutionnels





# [ Diffusion



# [ Financements ]



Établissements du  
consortium

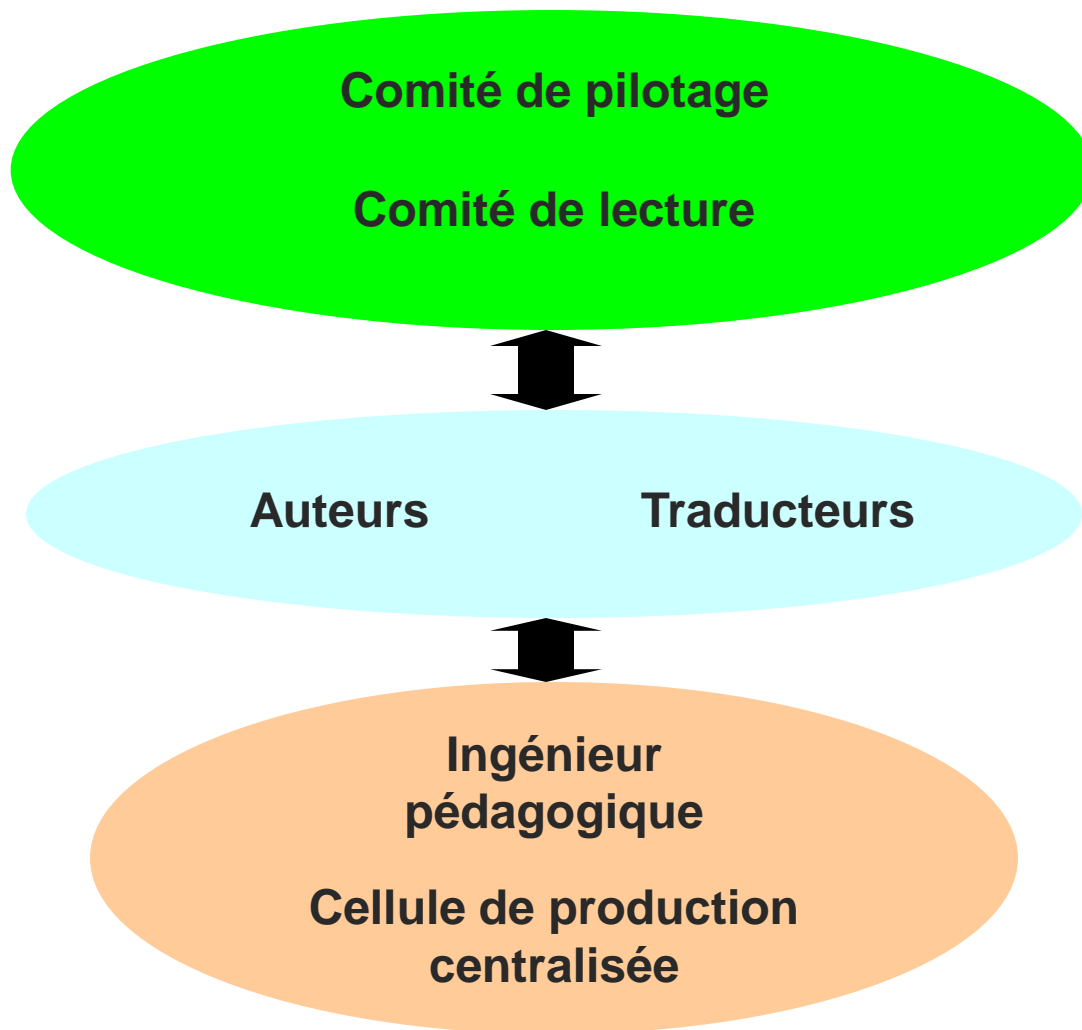


# [ Conduite du projet ]

- Élargissement progressif des partenariats
- Structuration de la conduite de projet
- Développement du projet
  - Structuration de la base et production des cours
  - Développement des usages
  - Diffusion et Internationalisation
  - Pérennisation du projet



# [ Structure du projet ]



# [ Conduite et stratégie ]

- Un objectif opérationnel concret : créer les cours ! **(32)**
- Une prise de conscience de l'importance des usages
- Un intérêt qui dépasse le cadre des « producteurs »
- Une volonté de poursuivre à l'international
- Des questions sur la pérennité

# Aspects pédagogiques du projet

# [ Contenus ]

- Lasers et optique non linéaire - 11 -
- Interférences et Diffraction - 13 -
- Optique instrumentale, microscopie - 7 -
- Imagerie - 8 -
- Capteurs à semi-conducteurs et applications - 7
- Optique guidée et fibres optiques - 5 -
- Métrologie optique - 8 -
- Optique des rayons X - 3 -
- Micro-Optique - 2 -





# [ Structure d'un cours ]

Partie cours	6 h	Apports théoriques
Étude de cas	2 h	Illustration du contenu théorique
Exercice(s) d'application	2 h	Questions de compréhension sur un concept

## Contenu

Un cours correspond à un polycopié d'environ 60 pages

## Validation scientifique

Comité de lecture

Validation scientifique des cours après leur production

# [ Présentation d'un cours ]

Optique pour l'instrumentation

## Holographie Enregistrement/reconstruction

Pascal PICART - ENSIM

Ressource

[Accéder au cours](#)

UNIVERSITÉ D'ANGERS | istase | ENSIM | INSTITUT D'OPTIQUE | Université Jean Monnet | ÉCOLE DES MINES DE NANTES | EPF | unit | Université Maine | SCIRN PRN

Licence GNU - copyright (c) 2007 - Auteur : Pascal PICART - Conception & production : PRN - Université du Maine

**Illustration de la charte graphique : page d'accueil pour chaque cours**

## Holographie Enregistrement/reconstruction

**Résumé :**

Le grain aborde le principe de l'holographie à partir des notions liées à la diffraction et aux interférences. La formation des images est analysée pour l'holographie analogique et numérique. La reconstruction d'hologrammes numériques est abordée en présentant les différentes stratégies pour la reconstruction. L'étude de cas aborde la réalisation d'hologrammes numériques et la partie exercice traite des relations de conjugaison de l'holographie.

Cours rédigé par Pascal Picart.

**Mots-clés :** Holographie, diffraction, interférences, transformée de Fresnel, hologramme numérique

! Pour une lecture optimale du grain, nous vous conseillons l'utilisation du navigateur Firefox et une résolution d'écran 1280\*1024

[Démarrer](#)

Licence GNU - copyright (c) 2007 - Auteur : Pascal PICART - Conception & production : PRN - Université du Maine

**Illustration de la charte graphique : page de présentation du cours**

# Illustration : Cours



- ▼ Cours
  - ① Introduction
  - Introduction
  - Les mécanismes mis en jeu : émission, absorption, pompage
  - ▼ Le rôle de la cavité
    - ① Introduction
    - 📄 Qualité spatiale du faisceau laser en sortie
    - 📄 Spectre d'un oscillateur laser
    - 📄 Conditions sur la cavité
  - Les différents régimes de fonctionnement temporels
  - Les différents types de laser
  - Quelques pistes pour les applications
  - ② Conclusion
  - Etude de cas: Laser Nd : YAG pompé par diode
  - Exercices

## Conditions sur la cavité

### Introduction

Les deux parties précédentes montrent que le rayonnement laser est finalement un "concentré de lumière" spatial et spectral et que la cavité y est pour beaucoup. Il y a cependant certaines conditions à respecter pour qu'un laser puisse effectivement fonctionner. On trouve une condition sur le gain et les pertes de la cavité et une condition sur la fréquence qui peut se reporter sur la longueur de la cavité.

### Condition sur le gain

On peut définir le gain effectif d'un milieu amplificateur par le rapport entre la puissance de sortie  $P_s$  sur la puissance d'entrée  $P_e$  :  $G = \frac{P_s}{P_e}$

Ces deux puissances (exprimées en watt ou en photons par seconde) étant portées par le faisceau laser avant et après le passage du milieu amplificateur (figure 13).



Figure 13 : Puissance en entrée et en sortie du milieu amplificateur.

On peut également définir les coefficients de réflexion (en puissance optique) des miroirs de la cavité :  $R_1$  et  $R_2$ . On suppose qu'il n'y a pas d'autres pertes que les réflexions sur les miroirs (figure 14).

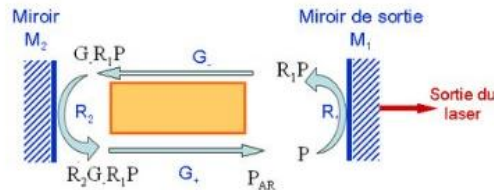
Lorsque le laser fonctionne en continu, il émet une puissance de sortie constante indépendante du fait que les photons circulant dans la cavité augmentent en nombre au passage du milieu amplificateur puis diminuent lors de la réflexion sur les miroirs. Ainsi, lorsque le laser fonctionne en continu, un aller et retour dans la cavité ne modifie pas la puissance portée par le faisceau laser (le nombre de photons gagnés est égal au nombre de photons perdus).

En appelant  $P$  la puissance du laser juste avant le miroir  $M_1$ .

La puissance après un aller et retour peut s'écrire :  $P_{AR} = G_2 R_2 G_1 R_1 P$ .

$G_+$  et  $G_-$  étant les gains effectifs dans le sens "+" et le sens "-". Le sens "+" correspond par définition à la direction du faisceau laser en sortie. Le sens "-" est l'autre direction.

Il est nécessaire de différencier les gains effectifs selon le sens de propagation de l'onde car celui-ci dépend de la puissance incidente qui n'est pas la même dans un sens ou dans l'autre (les coefficients de réflexion sur les miroirs ont des valeurs différentes)



# Illustration : Exercice

## Exercice 2

Un thermomètre à fibre est basé sur une cavité Fabry-Perot (FP) disposé en bout de fibre comme le représente le schéma ci-dessous. Les miroirs de la cavité sont supposés avoir le même coefficient de réflexion et être insensibles à la température.

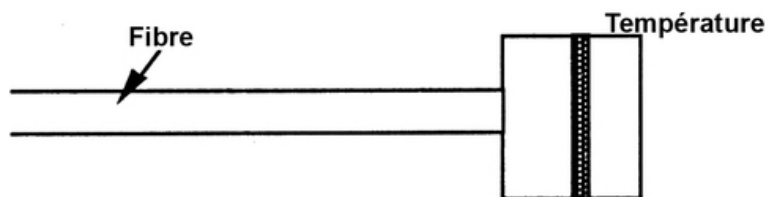


Figure 24 : Thermomètre à fibre

### Question

1 – En supposant que la cavité FP est remplie d'un matériau d'indice  $n$  et possède une longueur  $L$ , déterminer le déphasage  $\phi$  introduit par la cavité.

### Solution

Le déphasage est obtenu entre les ondes réfléchies sur le premier miroir et celles renvoyées par le deuxième. Par conséquent le déphasage représente un aller-retour dans la cavité donc deux fois le chemin optique entre les miroirs :

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} 2nL \Leftrightarrow \phi = \frac{4\pi nL}{\lambda}$$

### Question

Comment se traduit une variation de température sur la réponse du FP?

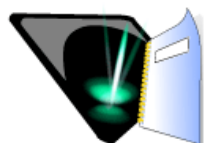
### Solution



- > Cours
- > Etude de cas
- ▼ Exercices

Exercice 1

Exercice 2



# Intégration d'animation multimédia

## Ressources

### Modules

### Animations

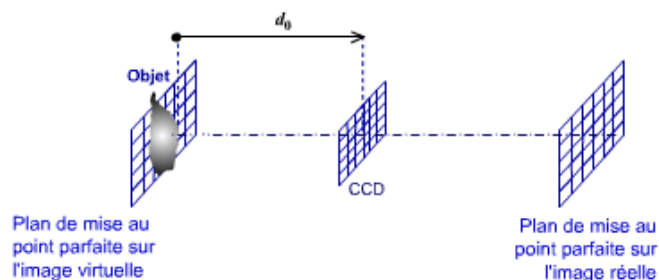
- Seuillage par histogramme
- Amincissement des contours
- Seuillage par hystérésis
- Non maxima du gradient
- Passage par zéro du Laplacien
- Laplacien par chapeau mexicain

### ■ Reconstruction numérique d'hologramme

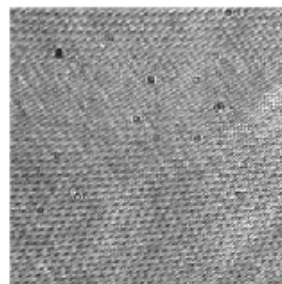
- Vibrométrie : illustration (1)
- Vibrométrie : illustration (2)
- Tracé de rayon
- Rotation Wigner
- Compression puis étirement d'une impulsion initialement chirpée se propageant dans un milieu linéairement dispersif
- Coefficient de décomposition

### ■ Reconstruction numérique d'hologramme

L'animation illustre la formation de l'image en fonction de la distance imposée dans l'algorithme de transformée de Fresnel.



Hologramme



**Extrait du cours :** Holographie: Enregistrement / Reconstruction

**Auteur(s) :** Pascal Picart - ENSIM - Université du Maine

**Date de création :** non renseignée

**Langue(s) :** Français

# [ Usages ]

## En accès libre

« autoformation », « complément d'information »

## En cours présentiel

pour donner aux étudiants un cours de haut niveau  
pour proposer des accès aux plus grands experts du domaine

## En mixte (présentiel / distance),

pour proposer aux étudiants des activités diversifiées

## A distance

pour les master européens  
pour la maintenance des compétences professionnelles

# Gestion, Production et développement des outils



# [ Gestion de la production ]

- Choix d'un système de production centralisé
  - Respect d'une charte graphique commune
  - Recherche & Développement des supports de production (modèle et site)
- Mise en place d'une ingénierie pédagogique
  - Contact auteur
  - Suivi des contrats
  - Rationalisation de la production
- Organisation de la production avec une chaîne éditoriale



# [ Suivi des auteurs ]

- Guide Auteur
- Suivi de la production
  - Recueil des contenus
  - Production par la cellule
  - Relecture auteur
  - Mise à jour
  - Relecture comité scientifique
  - Mise en ligne finale
- Contrats (Gnu  $\Rightarrow$  CC)

# [ Indexation des ressources ]

- Indexation UNIT
  - Récupération des métadonnées dans Scenari
  - Indexation UNIT en SUP LOM-Fr
  - Moissonnage et mise à disposition
  
- Indexation SFO pédago
  - Choix des images par les auteurs
  - Validation Commission Pédagogique SFO
  - Indexation dans la base

# [ Étapes de production (1) ]

## Année 2006

- Développement des ressources via l'éditeur XML « SCENARI 3 »
- Création d'une charte graphique et d'un modèle pédagogique spécifique
- Production de **15 cours soit 150HEP**
- Indexation en LOM-Fr
- Mise en place d'un site Web pour le projet  
<http://www.optique-instrumentation.fr>

## Année 2007

- Rénovation de la charte
- Production de **15 cours**
- **Traduction en Anglais** de 6 cours
- Conception d'animations
- **Analyse sur les usages (enquête)**

# [ Étapes de production (2) ]

## Année 2008

- Automatisation des mises en ligne
- Intégration d'un intranet de suivi
- Interfaçage Français-Anglais
- Production
- Communication

## Année 2009

- Rénovation complète du site web

<http://www.optique-ingenieur.org>

Optique de Fourier - Filtrage en optique

Holographie - Enregistrement / reconstruction

Holographie - Applications à la mesure sans contact et aux CND optiques

Microscopie optique - Principes et utilisations de base du microscope

Microscopie optique - Techniques microscopiques

Microscopie optique - Tomographie optique cohérente

Optical microscopy - Principles and basic utilization of a microscope

Métrologie optique - Evaluation des incertitudes de mesure

Métrologie optique - Interférométrie et démodulation de franges

Métrologie optique - Mesures de déplacements et de vitesses par interférométrie homodyne

Métrologie optique - La transformation de Fourier fractionnaire

Métrologie optique - Application de la TF fractionnaire en métrologie optique

Métrologie optique - Caractérisation d'impulsions temporelles à dérive de fréquence

Métrologie optique - Mesures de vitesse et déplacements par interférométrie hétérodyne

Optique géométrique - Eléments de base

Optique géométrique - Aberrations

Optique des rayons X - Interaction rayonnement X et Neutron avec la matière

Optique des rayons X - Optique des rayons X et Neutrons- Instrumentation pratique

Optique des rayons X - Etude des interfaces et des couches minces par réflectivité des rayons X et Neutron

Interférences - Dispositifs interférentiels

Interférences - Interférences : Fondamentaux

Imagerie - Calibrage géométrique d'une caméra ou d'un capteur de vision stéréoscopique

Imagerie - Corrélation d'images numériques pour la métrologie 2D

# Gestion de la production

**26 cours  
disponibles**

**7 en production**

**13 en  
préparation**

## Accueil

Le domaine de l'optique est une composante essentielle des sciences de l'ingénieur. Elle est nécessaire à la formation des technologues de haut niveau qui intègrent des systèmes de mesures optiques dans des capteurs intelligents (imagerie active pour l'automobile ou l'aéronautique, biopuces optiques, métrologie optique du vivant, matériaux intelligents, MOEM'S).

Afin de contribuer à la diffusion des connaissances dans ce domaine, nous proposons en accès libre une cinquantaine de modules de cours de niveau Master ou 3ème à 5ème année d'école.

Les contenus présentés sur le site « Optique pour l'ingénieur » sont diffusés librement et peuvent être utilisés par les enseignants ou les étudiants dans le respect de la licence GNU free documentation.



## Zoom sur

⊗ Dernier cours en production

**Module :** Micro-optique

**Cours :** Applications de la micro-optique

**Auteur(s) :** Alain TROUILLET (Université Jean Monnet Saint-Etienne)

⊗ Dernier cours en ligne

**Module :** Optique géométrique

**Cours :** Optique géométrique: Fondamentaux

**Auteur(s) :** Jacques SABATER (Institut d'Optique – Graduate School)

## Actualité

### Journées d'Imagerie Optique Non-Conventionnelles 2009

Mise à jour le 24 Février 2009

A Paris

Les 11 et 12 mars 2009

[En savoir plus](#) ↗

### Méthodes et techniques optiques pour l'industrie

Mise à jour le 24 Février 2009

A Reims

Du 16 au 20 novembre 2009

[En savoir plus](#) ↗

### Speckle 2010 - Speckle Fields Forever

Mise à jour le 24 Février 2009

A Rosario (Argentine)

Du 6 au 9 septembre 2010

[En savoir plus](#) ↗

### Fringe 09

Mise à jour le 24 Février 2009

A Murtlingen (Allemagne)



## Ressources

[Modules](#)[Animations](#)

### Sources

- Analyse d'images
- Propagation guidée
- Micro-optique
- Capteurs optroniques
- Capteurs pour la photonique et l'imagerie
- Capteurs à fibres et composants fibrés
- Optique de Fourier
- Holographie
- Microscopie optique
- Métrologie optique
- Optique géométrique
- Optique des rayons X
- Interférences
- Imagerie
- Imagerie non linéaire
- Méthodes optiques dédiées aux mesures de température
- Speckle

### Légende

Cours fondamental

Accès au cours en français

Cours avancé

Accès au cours en anglais

Cours prochainement disponible

Présentation du cours

### Le laser

[Accéder au cours en français](#)**Module :** Sources**Auteur(s) :** François BALEMBOIS & Sébastien FORGET (contributeur) - Institut d'Optique**Date de création :** mai 2007**Résumé :** Après un historique, nous abordons les principes de l'interaction entre la lumière et la matière et les conditions qui mènent à l'amplification de lumière. Nous traitons ensuite l'oscillateur laser qui est l'association d'une cavité résonnante et d'un milieu amplificateur de lumière. Nous décrivons enfin les dispositifs qui se trouvent derrière le mot de « laser » : oscillateurs et amplificateurs, lasers solide, liquide (colorants) ou gazeux.**Langue(s) :** Français

Sécurité laser



Optique des lasers et faisceaux Gaussiens



Lasers Impulsionnels



# [ Budget et pérennisation ]

- Problématique du « Libre »
  - Libre  $\neq$  gratuit
  - Trouver un modèle de financement pour la création, la maintenance, le suivi de projet
  
- Pistes envisagées
  - Modèle libre subventionné
  - Modèle « retour sur investissement »



- Consulter les cours
- Contacts
- Informations

<http://www.optique-ingenieur.org>