

L'optique se donne de nouveaux outils

par Philippe RAINSAINT
Ingénieur développement ULICE Optronique

Les progrès de fabrication des détecteurs optoélectroniques rendent abordables des systèmes très efficaces qui jusqu'ici étaient réservés aux laboratoires ou à l'industrie. Les caméras CCD linéaires (systèmes basés sur une barrette CCD de plusieurs milliers de pixels alignés) font partie de ce mouvement. Une jeune société française, ULICE Optronique, a récemment proposé une caméra CCD linéaire pour l'enseignement qui améliore la quasi totalité des manipulations d'optique.

QUELLES MANIPULATIONS AVEC UNE CAMÉRA CCD LINÉAIRE ?

Le principe consiste à réaliser une section de l'image via la barrette CCD et à analyser quantitativement son éclairement. Pour simplifier, tout ce que l'œil peut distinguer, la caméra peut le visualiser.

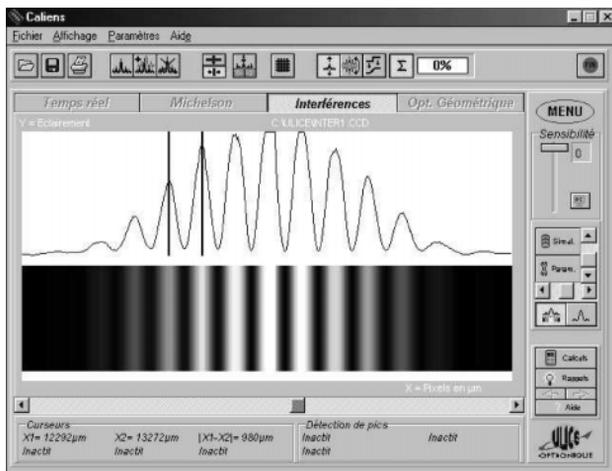


Figure 1 - Manipulation des Fentes d'Young. Image caméra CALIENS. Laser He-Ne à 632,8 nm éclairant directement deux fentes métalliques (largeur : 100 µm, pas : 600 µm). Tête optique de la caméra placée à 90 cm des fentes. Faisceau laser atténué par deux polariseurs. Aucune correction appliquée au signal.

Les principaux avantages par rapport aux autres systèmes sont :

- Une acquisition **instantanée** de l'image.
- Une visualisation en **temps réel** : observation de l'effet des réglages ou des phénomènes en mouvement.
- Une **précision** de quelques dizaines de microns et une **sensibilité** très élevée.

Le champ des applications couvre alors toute l'optique et se révèle particulièrement intéressant pour les manipulations de diffraction, des fentes d'Young, de l'optique géométrique, de spectroscopie...

Avec certaines caméras linéaires, il est également possible d'échantillonner dans le temps un des pixels de la caméra. Le champ d'applications est alors élargi à tous les phénomènes physiques qui évoluent au cours du temps (l'exemple le plus marquant étant l'interféromètre de Michelson motorisé). L'acquisition d'un tel signal ouvre alors la voie à la spectrométrie par Transformée de Fourier.

La même caméra CCD peut travailler en alternance avec un interféromètre, et à d'autres moments sur un TP en interférences et diffraction. Ce type de matériel offre une très bonne rentabilité.

UNE CAMÉRA LINÉAIRE REMARQUABLE, CALIENS

Principales caractéristiques

- Barrette CCD de 2048 pixels formant une ligne photosensible de 29 mm.
- Sortie pour oscilloscope (signal et synchronisation).
- Sortie pour PC via le port parallèle (présent sur tous les PC).
- Logiciel d'acquisition intégrant commande de la caméra, affichage et traitement du signal et aide en ligne sur les manipulations.
- Conception, fabrication et distribution ULICE Optronique (Orsay, Ile-de-France).

Cette Caméra Linéaire pour l'ENSEignement est proposée depuis le début de l'année scolaire. Elle offre l'avantage d'un outil totalement intégré et spécialement adapté aux besoins de l'enseignement.

Reliée à un PC, elle modernise efficacement les travaux pratiques d'optique pour un coût réduit.



Figure 2 - Boîtier électronique et tête optique CALIENS.

Des manipulations marquantes

Les modes de fonctionnement de la caméra permettent de donner une nouvelle dimension à plusieurs manipulations :

◆ Avec l'interféromètre de Michelson, vous pouvez visualiser les anneaux qui se contractent ou se rétractent sur oscilloscope (sens de translation du moteur), et enregistrer simultanément via l'ordinateur les phénomènes d'oscillations ou de battements (sodium, mercure...).

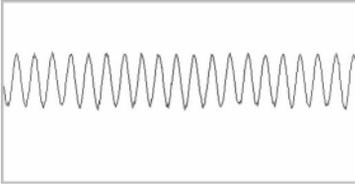


Figure 3a - Signal d'entrée
(raie verte Cadmium)

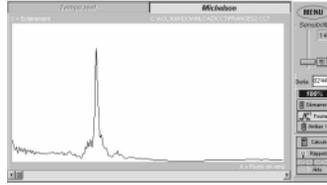


Figure 3b - Transformée de Fourier.

◆ La diffraction devient spectaculaire en utilisant une fente de largeur variable. En jouant sur la largeur de la fente vous pouvez visualiser en temps réel la contraction et la dilatation de la figure expérimentale.

◆ Pour les fentes d'Young, vous pouvez faire un enregistrement en masquant une des fentes (tache de diffraction), un enregistrement avec les deux fentes (interférences), puis les superposer...

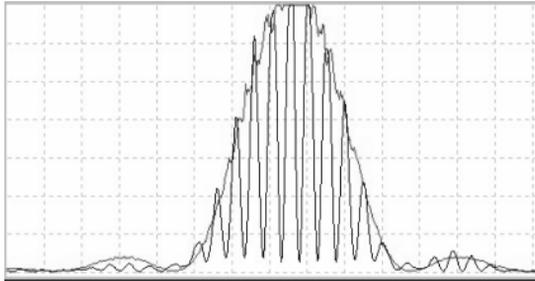


Figure 4 - Superposition obtenue en réalisant une acquisition avec des fentes d'Young puis en masquant l'une d'elle.

◆ En faisant l'image d'un objet par un système optique, la caméra permet d'analyser quantitativement l'image obtenue (grandissement, meilleure focalisation...). Si l'objet est un code barre, la caméra linéaire devient lecteur de code barre.

Les principales caractéristiques de CALIENS

L'installation matérielle et logicielle est très simple : la documentation guide pas à pas les manipulations à effectuer.

Le logiciel propose de travailler sous quatre modes spécifiques :

◆ Le **temps réel** est le plus impressionnant. La figure affichée sur l'écran varie en fonction des réglages de la manipulation, et rend l'utilisation de l'oscilloscope optionnelle. Le logiciel permet d'appliquer en temps réel un filtre numérique paramétrable. La sensibilité de la barrette se règle directement via le PC.

◆ Un **mode de mesure** avec différents outils, curseurs horizontaux et verticaux, zoom, grille... Vous pouvez imprimer et sauvegarder vos acquisitions (notamment au format *Texte* pour exporter les données vers d'autres logiciels et tableurs, ou au format *Bitmap* pour insérer les images dans vos rapports, procédures de TP...).

◆ Deux modes dédiés, l'un à l'**optique géométrique**, l'autre aux **interférences & diffraction** offrent une possibilité de visualisation du signal en niveaux de gris. Sont également présents des rappels théoriques sur les différentes manipulations. Il vous est possible de simuler les figures de diffraction ou d'interférences théoriques et de les superposer à vos résultats expérimentaux.

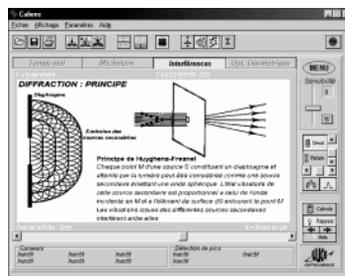


Figure 5 - Planches d'aide intégrées.

◆ Un **mode «Michelson»** capable de réaliser et d'afficher des acquisitions dans le temps. La durée de l'acquisition est paramétrable. Le logiciel permet le calcul de la transformée de Fourier de ce signal pour visualiser le spectre en longueur d'onde.

<i>Sont principalement soignés...</i>	<i>Peuvent poser problème...</i>
<ul style="list-style-type: none"> ⊕ La simplicité globale d'emploi (logiciel, matériel, manuel). ⊕ Le large champ d'applications. ⊕ La qualité de fabrication et la robustesse. ⊕ Le prix plus que modéré pour ce genre de système. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le besoin d'un PC pour exploiter pleinement le système. - La sensibilité trop élevée pour utiliser directement les lasers.

La caméra telle qu'on la reçoit

Elle vous est livrée dans une mallette de transport et de stockage pratique et compacte.



Figure 6 - Contenu à la livraison.

Hormis les documentations et les câbles, il y a trois éléments dans la mallette :

- ◆ La tête optique qui contient l'élément sensible (tige de fixation standard).
- ◆ Le boîtier électronique, avec une prise pour la tête optique, une pour le PC, une pour l'alimentation (fournie) et deux sorties pour l'oscilloscope (signal et déclenchement).
- ◆ Le logiciel sur disquettes.

La caméra est prévue pour être manipulée aussi bien par des enseignants que par des étudiants. La simplicité d'emploi et la solidité sont particulièrement travaillées.

La caméra est livrée prête à l'emploi.

Y a-t-il déjà des utilisateurs ?

Les premières caméras, développées avec le concours d'enseignants du pôle universitaire d'Orsay ont été livrées en septembre 1998. Depuis, CALIENS équipe plus de vingt-cinq établissements, parmi lesquels on compte des lycées, écoles préparatoires, IUT, BTS, Facultés (premier et second cycle, formation des Maîtres...) et écoles d'Ingénieurs. La société n'hésite pas à prêter le matériel gratuitement pour évaluation, et est à l'écoute des suggestions. Le système séduit un nombre croissant d'enseignants.

Qui contacter ?

CALIENS est conçue, fabriquée et distribuée par ULICE Optronique. Pour tout renseignement, contacter :

ULICE OPTRONIQUE
M. Emmanuel CINIGLIA
24, rue Charles de Gaulle - 91400 ORSAY
Tél. : 01 69 07 93 83 - Fax : 01 69 07 93 83

En France, DMS-Didalab, Bretalab et Matelco commercialisent également cette caméra.