

Acheter un analyseur de surface d'onde

Optique adaptative, métrologie des optiques, prédiction de la propagation des faisceaux laser, les applications des analyseurs de surface d'onde sont variées et nécessitent des systèmes très différents. Qu'ils soient basés sur l'analyse de courbure, l'interférométrie à décalage multilatéral ou la méthode Shack-Hartmann, qu'ils travaillent en analogique ou en numérique, les systèmes commerciaux peuvent être comparés grâce à quelques caractéristiques clés. Quelles sont-elles ? Sur quels critères doit porter le choix d'un système ? Qui sont les fournisseurs français ? Autant de questions auxquelles cet article tente de répondre.

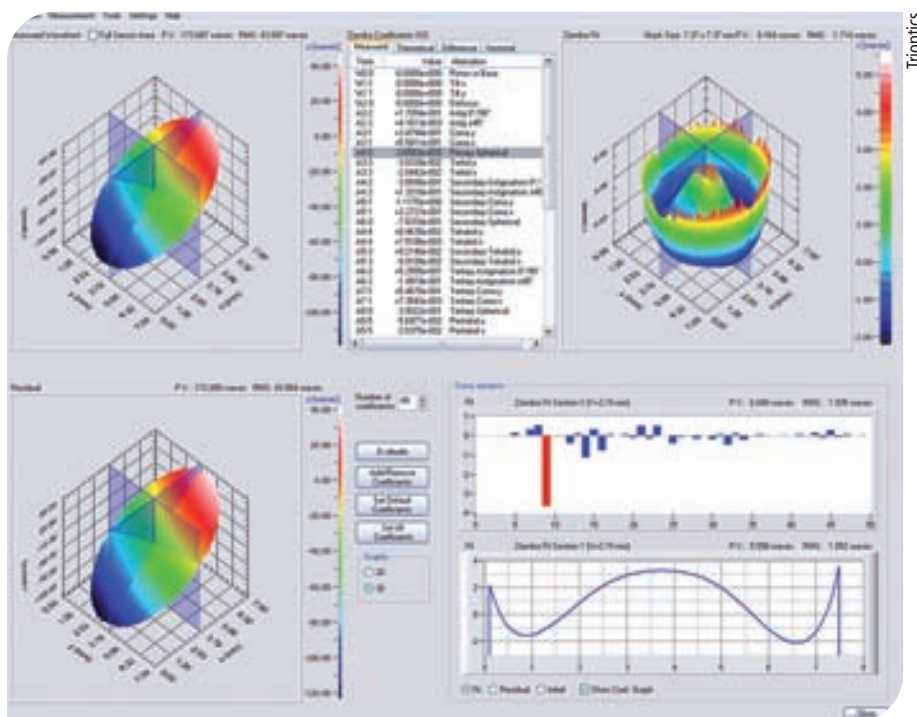
» Françoise MÉTIVIER
francoise.metivier@edpsciences.org

Une résolution en constante évolution

Deux types de résolution sont donnés par les différents constructeurs. La résolution, au sens d'échantillonnage, fournit le nombre de points de mesure accessible par l'appareil. La résolution spatiale, de l'ordre de quelques microns à quelques dizaines de microns, permet quant à elle de connaître la taille minimale sur laquelle on peut obtenir de l'information. Elle est liée d'une part à la résolution de l'appareil et d'autre part à la taille de la pupille d'entrée, appelée aussi ouverture, qui donne la taille de l'échantillon mesuré. La résolution, directement liée au CCD utilisé dans le système, suit depuis plusieurs années l'évolution de ces capteurs. Les systèmes dits HR (haute résolution) atteignent ainsi aujourd'hui quelques centaines de points sur deux dimensions.

Concilier précision et dynamique

La qualité des mesures fournies est déterminée par plusieurs caractéristiques. La précision indique le détail le plus faible accessible par l'appareil. La sensibilité, donnée en pic-to-valley ou en rms, permet de connaître la variabilité de la mesure d'un même détail. Elle est en général deux fois plus faible que la précision, qui atteint fréquemment $\lambda/100$ (rms). La répétabilité représente l'écart consta-



Utilisés en métrologie optique, les analyseurs de front d'onde permettent d'obtenir toutes les informations concernant la qualité de la surface des optiques mesurées.

te entre deux mesures du même détail : elle atteint fréquemment $\lambda/100$ à $\lambda/500$.

La précision peut être une valeur absolue obtenue sans référence ou une précision relative qui nécessite au préalable la détermination d'une référence, celle-ci devant alors être caractérisée avec précision. L'utilisation d'une référence, utilisée par exemple pour analyser des modifications dans un faisceau laser, permet de diminuer la précision de quelques dizaines de nanomètres à quelques nanomètres.

La dynamique représente la finesse de la mesure et est donnée par la dynamique de la caméra utilisée. Elle est en général

de 12 bits (soit 4096 niveaux de gris) ou 14 bits (soit 16 384 niveaux de gris).

Certains systèmes nécessitent une optimisation du couple précision/dynamique en fonction application car leur conception ne permet pas de travailler à la fois avec une grande précision et une grande dynamique. Parallèlement, la qualité des mesures dépend de la qualité du faisceau, les mesures étant plus difficiles avec un faisceau multimode.

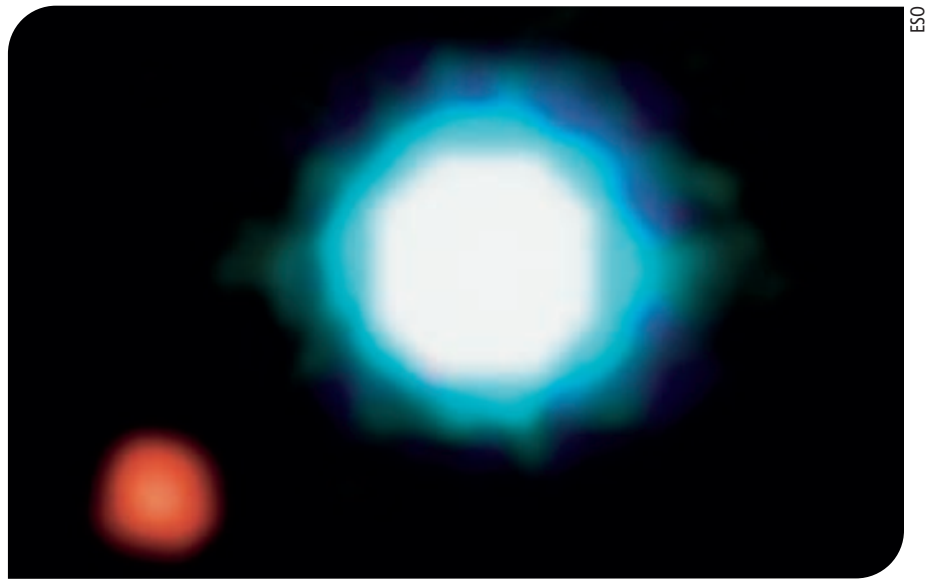
Définir sa plage de longueur d'onde

La plupart des applications permettent de travailler sur la plage de longueurs

d'onde des capteurs CCD Silicium, soit entre 400 à 1 100 nm. Si les mesures à effectuer nécessitent l'utilisation de plusieurs longueurs d'onde, le caractère achromatique du système, c'est-à-dire sa capacité à fournir une mesure exacte et valable sur toute la plage de mesure, est alors une caractéristique importante. Pour un travail en dehors de la plage du CCD Silicium, l'emploi de capteurs spécifiques est indispensable : caméras InGa pour l'infrarouge (jusqu'à 14 µm), caméras X, CCD UV (jusqu'à 190 nm). En général, un système est acheté pour une plage de longueurs d'onde donnée : le besoin de changer de plage de mesure nécessite alors l'achat d'un nouveau système.

Différencier fréquence d'acquisition et d'analyse


On appelle fréquence d'acquisition le nombre de mesures effectuées chaque seconde. Cette caractéristique, directement liée à la résolution, est typiquement de l'ordre de la dizaine.



ESO

Les analyseurs de surface d'onde sont une part importante des systèmes d'optique adaptative. C'est grâce à cette technique qu'ont pu être réalisées les premières images d'exoplanètes : ici en rouge l'exoplanète 2M1207b, imagée en 2004.

Elle ne peut être utilisée en temps réel que si la fréquence d'analyse, nombre de mesures traitées chaque seconde par le système, est du même ordre. Or, cette fréquence d'analyse est en général plus

faible, d'une mesure analysée toutes les 3 secondes à quelques restitutions par seconde, et représente donc le facteur limitant pour les besoins d'analyse rapide. 



LASER 2000
The Future of Photonics

Laser 2000 commercialise les produits PhaseView en France

Sur la base de sa technologie brevetée Digital Wavefront, PhaseView propose des solutions élégantes, directes, et très efficaces pour la mesure simultanée de la phase et de l'intensité avec une résolution exceptionnelle, utilisant des détecteurs d'imagerie standard. Cette technologie a permis la conception et la mise en place de différents produits pour les marchés comme la microscopie numérique, l'analyse de front d'ondes, le profil de faisceau laser, le test d'optiques et l'analyse de surface.



L'un des produits phares de PhaseView, le Digital Wavefront Cameras® (DWC®), est reconnu pour ses capacités uniques à fournir simultanément les données de phase et d'intensité, avec une résolution de front d'onde extrêmement

élevée directement reliée à la résolution de l'image de l'appareil. La caméra DWC est un appareil tout-en-un (capteur de front d'onde et profilomètre de faisceau) qui est sans concurrence sur le marché. C'est un outil idéal pour la mesure du profil de faisceau, le monitoring et la mesure ponctuelle de M² sans avoir besoin d'accessoires additionnels ou de pièces mobiles. La distribution de l'intensité dans n'importe quel plan arbitraire est obtenue grâce à l'analyse de la propagation du faisceau. L'affichage simultané de multiples vues comprenant l'intensité et le front d'onde 2D/3D, l'histogramme de Zernike, ou le résidu de référence, permet de surveiller et contrôler avec précision des détails fins

pendant que les caractéristiques du faisceau changent dans le temps. Des solutions sur mesure sont proposées pour répondre à des exigences spécifiques, par exemple des domaines de longueurs d'onde NIR ou FIR pour des lasers CO₂, YAG et erbium.

Points clés :

- Grande résolution spatiale limitée par la taille du pixel
- Grande dynamique
- Phase et intensité en simultané
- Simple d'utilisation, pas d'étalonnage nécessaire

Laser2000

Jérôme CASTAY
Tel. : 01 30 80 12 00
castay@laser2000.fr

Publi-rédactionnel

2011 Centenaire du prix nobel de chimie de Marie Curie



Leçons de Marie Curie
M. Curie et I. Chavannes
ISBN : 2-86883-635-6
128 pages - 12,90 €



*Curie et la découverte
de la radioactivité*
I. Graham
ISBN : 978-2-7598-0389-7
32 pages - 11,00 €

Commandez nos ouvrages sur
www.edition-sciences.com

Adapter son système à ses besoins

Tous les systèmes commerciaux fournissent une information sur l'intensité et la phase du faisceau analysé et offrent donc en standard les fonctions d'analyseur de faisceau et la mesure de M^2 . Certains systèmes offrent en outre la prédiction de la propagation du faisceau.

Pour les systèmes destinés à la métrologie des optiques, le plan de mesure doit être défini avec précision afin que les informations fournies permettent d'accéder réellement aux mesures souhaitées.

Le logiciel fourni avec le système peut aussi constituer un élément discriminant suivant les fonctions offertes : aide au positionnement, acquisition sur faisceaux

pulsés grâce au déclenchement de la caméra sur les impulsions laser, facilité d'utilisation.

Dans tous les cas, la mise en œuvre d'un analyseur de front d'onde nécessite de préparer le faisceau à analyser afin d'optimiser les mesures : adaptation de la pupille d'entrée *via* un télescope, atténuation du faisceau pour protéger le capteur. Dans tous les cas, cette préparation devra être effectuée avec des optiques de bonne qualité afin de ne pas dégrader les mesures, les atténuateurs étant placés au point de focalisation pour limiter les aberrations. Dans certains cas, il est possible de caractériser les aberrations induites afin d'en tenir compte dans les résultats de mesures. ■

Les fournisseurs français d'analyseurs de surface d'onde.

Société	Marque	Site internet
Cordouan Technologies	Cordouan Technologies	www.cordouan-tech.com
	Patrice NAGTEGAELE Tél. : +33 5 56 15 80 45 • patrice.nagtegale@cordouan-tech.com	
Imagine Eyes	Imagine Optic	www.imagine-eyes.com
	Laurent VABRE Tél. + 33 1 64 86 15 66 • lvabre@imagine-eyes.com	
Imagine Optic	Imagine Optic	www.imagine-optic.com
	Caroline ADAM Tél. : +33 1 64 86 15 60 • cadam@imagine-optic.com	
Laser 2000	Phaseview et DataRay	www.laser2000.fr
	Jérôme CASTAY Tél. : +33 1 30 80 12 00 • castay@laser2000.fr	
Lot Oriel	Optikos	www.lot-oriel.fr
	Lionel SUDRIE Tél. : +33 1 69 19 49 49 • sudrie@lot-oriel.fr	
Opton Laser	Phaseview	www.optonlaser.com
	Sylvain MARTIN Tél. : + 33 1 69 41 04 05 • sylvain.martin@optonlaser.com	
Optoprim	Thorlabs	www.optoprim.com
	Maité LARTIGUE Tél. : +33 1 41 90 33 75 • mlartigue@optoprim.com	
Phaseview	Phaseview	www.phaseview.com
	Gaël LAUNAY Tél. : +33 1 69 32 12 78 • gael.launay@phaseview.com	
Phasics	Phasics	www.phasics.fr
	Raphaël SERRA Tél. : +33 1 69 33 89 99 • serra@phasics.com	
Thorlabs	Thorlabs	www.thorlabs.com
	Quentin BOLLÉE Tél. : +33 9 70 44 48 44 • sales.fr@thorlabs.com	
Trioptics	Trioptics	www.trioptics.fr
	Jean-Marc LIOUTIER Tél. : +33 4 72 44 02 03 • jeanmarc.lioutier@trioptics.fr	