

Acheter un auto-corrélateur optique

Françoise MÉTIVIER
francoise.metivier@edpsciences.org

Destinés à la caractérisation des impulsions laser, les auto-corrélateurs optiques ne permettent pas de connaître directement leur durée. Des systèmes plus complexes, mesurant aussi la phase, sont ainsi apparus plus récemment. Le développement des applications des impulsions ultra-brèves rend plus que jamais nécessaire l'utilisation de ces instruments.

Que mesure-t-on ?

Utilisés pour caractériser les impulsions laser, notamment les impulsions ultra-courtes pour lesquelles les photomultiplicateurs s'avèrent trop lents, les auto-corrélateurs, comme leur nom l'indique, ne donnent accès qu'à la fonction d'autocorrélation du profil temporel des impulsions et non pas directement au profil lui-même. Pour permettre aux utilisateurs d'accéder, à partir de la largeur à mi-hauteur de la trace d'autocorrélation, à la durée réelle de l'impulsion, les systèmes doivent donc faire des suppositions sur la forme de l'impulsion afin d'utiliser le bon facteur de forme. Afin de s'affranchir de cette contrainte et de fournir directement le profil temporel des impulsions, plusieurs systèmes intégrant la mesure de la phase spectrale ont récemment été introduits. Ils permettent ainsi d'avoir accès au dépha-

sage résiduel des différentes composantes spectrales qui constituent l'impulsion.

Les différents types de systèmes

Les systèmes les plus fréquemment utilisés sont les auto-corrélateurs à balayage destinés aux impulsions présentant des fréquences supérieures à 10kHz. Pour les fréquences inférieures, voire les impulsions uniques, des systèmes dits « mono-coups » intègrent un cristal doubleur et une caméra CCD permettant de visualiser la figure de second harmonique. Les corrélateurs « croisés » réalisent une corrélation entre une impulsion et une impulsion adjacente, ce qui permet d'avoir des informations sur la forme de l'impulsion et sur le contraste entre les deux impulsions utilisées pour la mesure.

Pour la mesure de phase, les systèmes se répartissent en trois grandes familles. Les SPIDER (*spectral phase interferometry for direct electric-field reconstruction*), basés sur une approche interférométrique, réalisent un mélange de fréquences entre l'impulsion à mesurer et une impulsion étirée, puis des interférences entre les deux spectres. Dans cette famille entre aussi la méthode dite Spirit, développée par le laboratoire XLIM à Limoges et qui s'appuie sur l'interférométrie spectrale à décalage résolue temporellement sans référence. Les FROG (*frequency-resolved optical gating*), basés sur une approche spectrométrique, nécessitent l'emploi d'un algorithme itératif mais fournissent des informations très visuelles. Enfin, une nouvelle technique, basée sur la génération de polarisation croisée par effet non linéaire, couplée à une technique de type



Semrock
 The Standard in Optical Filters

Thin-film optical filters known world-wide for:

- ▶ Outstanding Performance
- ▶ Rock-solid Reliability
- ▶ Proven Repeatability

Semrock filters available in France through:

OPTOPRIM
 info@optoprim.com
 Phone: +33 (0)1 41 90 61 80
 www.optoprim.com

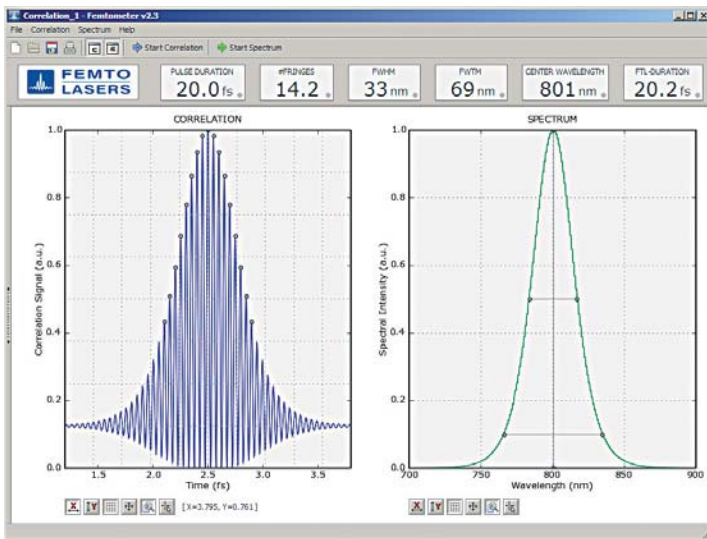


Figure 1. Exemple de trace d'autocorrélation fournie par un système commercial.

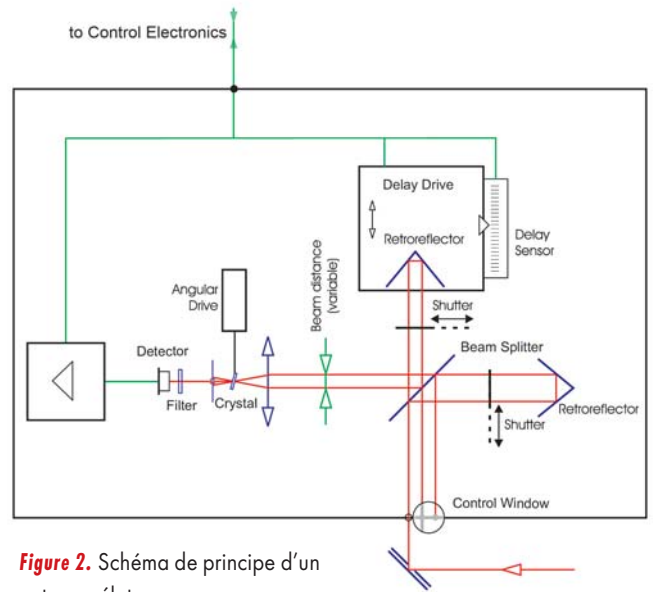


Figure 2. Schéma de principe d'un auto-corrélateur.



Figure 3. Deux exemples d'auto-corrélateurs.

interférométrie spectrale est récemment apparue sur le marché.

Les principales caractéristiques

Comme la plupart des systèmes optiques, le choix d'un auto-corrélateur est guidé en partie par la plage de longueurs d'onde à couvrir. Les systèmes à balayage sont très souvent spécifiés pour une plage donnée, avec peu de possibilités d'évolution. Les systèmes plus complexes, rendus nécessaires notamment pour les chaînes laser comportant la génération de plusieurs harmoniques, peuvent être livrés avec un jeu de cristaux et de détecteurs spécifiques pour chaque longueur d'onde et sont ainsi adaptables à des applications différentes. La durée de l'impulsion à mesurer et son taux de répétition sont aussi des informations capitales dans le choix d'un auto-corrélateur.

Si les caractéristiques de précision et de sensibilité sont en général peu discriminantes d'un système à l'autre, la facilité d'utilisation est par contre un atout souvent crucial : simplicité d'alignement du système qui influence directement le temps mis à réaliser chaque mesure ; possibilité de recueillir, de stocker et de traiter les données via une interface intuitive, voire directement sur un PC.

Contrôler et analyser

Au-delà de la simple mesure des impulsions laser, les auto-corrélateurs permettent d'accéder à des fonctions de contrôle et d'analyse. Parmi les applications, citons par exemple la caractérisation de l'interaction laser-matière qui nécessite de caractériser l'impulsion au niveau de l'échantillon, afin de connaître sa puissance crête. Or, les impulsions ultra-

courtes sont particulièrement sensibles à la traversée des systèmes optiques, tels que les microscopes, et il est donc nécessaire d'utiliser des auto-corrélateurs au plus près de l'échantillon. Certains systèmes permettent aussi de visualiser en direct les modifications subies par une impulsion lorsque l'on introduit un composant sur le chemin optique.

Remerciements

Merci à Jean-Paul Chambaret, François Beck, Guillaume Dubois, Guy Flaquière et Christian Deverdun pour leurs informations.

Les fournisseurs français

Société	Marque	Contact	Tél. :	Contact
ACAL BFi	Femtolasers	Guillaume DUBOIS	+33 (0)1 60 79 59 30	guillaume.dubois@bfiopitilas.com
Amplitude Technologies	Amplitude	Federico CANOVA	+33 (0)1 69 11 27 90	fcanova@amplitude-technologies.com
Fastlite	Fastlite	Hervé JOUSSELIN	+33 1 45 30 12 96	herve.jousselin@fastlite.com
Newport	Spectra Physics	Guy FLAQUIERE	+33 1 60 91 68 62	guy.flaquiere@newport.com
Optoprim	APE	François BECK	+33 (0)1 41 90 33 77	fbeck@optoprim.com
Rofin	Avesta Project	Christian DEVERDUN	+33 (0)7 86 51 13 17	c.deverdun@rofin.fr
Thales Laser	Thales		+33 (0)1 30 96 70 00	thales-laser@fr.thalesgroup.com