

Acheter un laser accordable

Les lasers sont des sources cohérentes qui émettent une lumière concentrée à la fois spatialement, temporellement et spectralement. Leur champ d'applications est immense, allant des télécommunications au médical, en passant par les mesures chimiques ou la sécurité. En leur ajoutant une accordabilité spectrale, on élargit encore les possibilités.

Tous les milieux amplificateurs de lumière exploitant l'émission stimulée sont accordables. On peut également utiliser des milieux basés sur des effets non linéaires. Ainsi, avec des cristaux non linéaires d'ordre 2, on peut réaliser des sources paramétriques optiques permettant d'atteindre de larges bandes spectrales d'accord. Ou encore, en utilisant l'effet non linéaire d'ordre 3 dans des fibres à cœur photonique, on peut générer un continuum de lumière sur une très grande plage de longueurs d'onde et le filtrer pour obtenir une lumière accordable. Selon la nature des milieux amplificateurs et le type de dispositifs mis en place pour contrôler le spectre, la gamme spectrale peut ainsi s'étendre de quelques Hz à une centaine de THz (rappelons que la largeur spectrale peut s'exprimer soit en bande de longueurs d'onde $\delta\lambda$ nm, soit en bande de nombres d'onde $\delta\sigma = \delta\lambda/\lambda^2$ cm⁻¹, soit encore en bande de fréquences en $\delta\nu = c\delta\sigma$ Hz).

L'accordabilité peut se faire par saut ou de façon continue. Elle peut être réalisée de façon définitive ou alors en donnant au laser une certaine agilité en longueur d'onde. Elle est obtenue, dans la très grande majorité des cas, en contrôlant la cavité optique contenant le milieu amplificateur de lumière. Une autre méthode très courante pour accorder un laser est d'insérer un filtre spectral à l'intérieur de sa cavité.

Disposer d'un laser accordable en longueur d'onde permet d'associer les propriétés remarquables de son émission cohérente à une grande souplesse d'utilisation. On peut classer les applications des lasers accordables en deux parties [1].

Lasers accordables pour interagir avec la matière par absorption

L'absorption de la lumière laser est à la base d'un nombre considérable d'applications, dont voici deux exemples.

La spectroscopie pour identifier des espèces chimiques

Les bandes d'absorption sont une des signatures d'une espèce chimique. Un laser accordable avec une largeur spectrale étroite (par exemple inférieure au MHz) peut être utilisé pour enregistrer le spectre d'absorption avec une très haute résolution. Le laser, source de lumière concentrée spectralement, est particulièrement adapté à la mesure des spectres d'absorption hyperfins des molécules ou des atomes. Comme le laser est aussi concentré spatialement, on peut réaliser ces mesures à distance. Il s'agit de l'application LIDAR (*light detection and ranging*) par absorption différentielle, particulièrement intéressante dans la gamme spectrale de l'infrarouge moyen et lointain (3-15 μ m) car presque toutes les molécules ont une transition vibrationnelle fondamentale dans cette région.

Le domaine médical

Le choix de la longueur d'onde absorbée permet d'interagir avec certains tissus de façon spécifique. Un laser accordable est donc particulièrement intéressant pour un grand nombre de traitements thérapeutiques (par exemple, soigner des lésions vasculaires), ou pour éliminer les taches de vin ou les cicatrices...

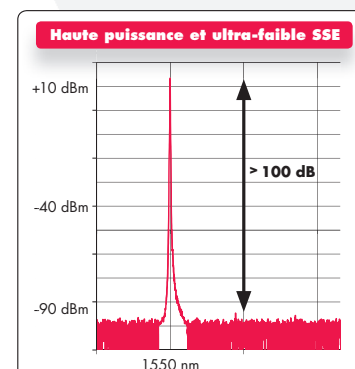
Lasers Accordables T100S-HP



Caractéristiques clés

- Puissance : $\geq +8$ dBm
- SSSER : ≥ 90 dB
- Précision : ± 20 pm
- Balayage sans saut de mode
- Fibre : SMF ou PMF

Technologie T100



Modèles disponibles

/O+ : 1240 – 1380 nm

/O : 1260 – 1360 nm

/ES : 1350 – 1510 nm

/SCL : 1440 – 1640 nm

/CL : 1500 – 1630 nm

/CLU : 1500 – 1680 nm

Yenista
OPTICS

Tél. : +33 (0)2 96 48 37 16

sales-emea@yenista.com

www.yenista.com

Tableau 1. Les grandes familles de lasers accordables.

Solution laser	Plage d'accord	Durée d'impulsion	Taux de répétition	Largeur spectrale
Laser Ti:Sa	680–1100 nm	nanoseconde, picoseconde, femtoseconde	continu ou pulsé	< kHz voire MHz
Laser à colorant	200–4500 nm	nanoseconde	10 Hz voire KHz	< cm ⁻¹
	570–700 nm		continu	< 100 kHz
Source accordable TeraHerz	1–20 THz		continu ou pulsé (50–200 Hz)	< 100 GHz
OPO	UV-VIS–IR proche	nanoseconde, picoseconde	10 à 100 Hz	quelques cm ⁻¹ à quelques dizaines de cm ⁻¹
	2–20 μm	nanoseconde	10–20 Hz	quelques cm ⁻¹ à quelques dizaines de cm ⁻¹
	Proche IR (NIR)–IR moyen (MIR)	nanoseconde	monocoup à 20 kHz	1 nm
	250 nm–16 μm	picoseconde, femtoseconde	80 MHz	1 nm à 1600 nm
Source laser supercontinuum	480–700 nm	picoseconde, femtoseconde	40 MHz	
Source laser à cascade quantique (ou QCL)	7,9 ± 1 μm			
Diode laser à cavité externe (ou ECDL)	370–1770 nm		continu	100 kHz à 1 MHz
Diode laser accordable	266 nm–2 μm	picoseconde	pulsé ou continu	monocoup à 80 Mhz

Lasers accordables pour caractériser ou mesurer (sans absorption)

Les informations en télécommunications optiques sont codées sur des canaux distribués en longueur d'onde autour de 1,5 μm. Il est très utile de disposer d'une source accordable pour caractériser, avec un seul outil, les composants conçus pour fonctionner à des longueurs d'onde spécifiques (par exemple des réseaux de Bragg, des multiplexeurs ou des circuits intégrés photoniques).

En fonction de l'application visée, voici quelques questions qu'il convient de se poser lorsqu'on souhaite se procurer un laser accordable : quelle plage de longueurs d'onde ai-je besoin d'atteindre ? avec quelle durée d'impulsion ? à quelle cadence ? sur quelle largeur de raie ? Nous avons répertorié les grandes familles de lasers accordables dans le *tableau 1*, en indiquant les solutions possibles. Il apparaît qu'ils existent sous de nombreuses formes (solide ou à colorant liquide), fonctionnent en continu ou en impulsionnel, sont gros ou petits, plus ou moins coûteux.

Voici un récapitulatif détaillé des différents types de lasers accordables.

Les lasers titane-saphir. Le milieu titane-saphir absorbe dans le visible et réémet sur une plage en proche infrarouge (entre 700 et 1100 nm). La longueur d'onde choisie est sélectionnée à l'aide d'un filtre biréfringent type Lyot ou un étalon type Fabry-Perrot. L'ensemble peut être entièrement piloté par ordinateur. Suivant le laser de pompe et la cavité, un laser titane-saphir peut fonctionner en continu ou en impulsionnel. Ces lasers possèdent une large plage d'accordabilité et un très fort gain. Ils peuvent fonctionner en plusieurs régimes, allant du continu à l'émission d'impulsions femtosecondes. En revanche, ces lasers sont volumineux (ils doivent être montés sur une table optique) et chers. Ces lasers sont utilisés pour de la spectroscopie résolue en temps, et pour les études de composants à semi-conducteurs.

Les lasers à colorant. Comme leur nom l'indique, ils sont composés d'un colorant qui émet sur une large bande. La sélection de la longueur d'onde s'effectue grâce à un réseau tournant placé en face d'un miroir. Ces lasers fonctionnent avec un laser de pompe. Si l'on souhaite modifier la plage d'accordabilité, il est nécessaire de changer de colorant. Ces lasers permettent une grande finesse spectrale, mais ils

sont limités spectralement à la plage du colorant.

Les oscillateurs paramétriques optiques. Les oscillateurs paramétriques optiques (OPO) fonctionnent avec un laser de pompe. Celui-ci injecte une longueur d'onde et l'OPO émet deux longueurs d'onde, chacune liée à la longueur d'onde de pompe. Ce système permet une accordabilité très large.

Les diodes laser accordables. Ces diodes existent en régime nanoseconde, picoseconde et femtoseconde. Dans le premier cas, elles sont dédiées principalement à la spectroscopie traditionnelle. En régime picoseconde et femtoseconde, la durée d'impulsion correspond au déclin de fluorescence : elles conviennent donc bien pour de la spectroscopie résolue dans le temps. Les diodes laser accordables sont très compactes et peu onéreuses.

Les diodes laser à cavité externe. Fonctionnant en régime continu, les diodes laser à cavité externe permettent d'obtenir des raies spectrales très fines. Elles sont souvent utilisées pour de la spectroscopie en haute résolution ou pour la recherche sur les atomes froids. De même que les systèmes impulsionnels, elles sont très compactes et peu coûteuses.

Tableau 2. Les fournisseurs de lasers accordables sur le marché français.

Société	Marques	Contact
Amplitude Technologies		Aurelia Durand Shirliffe – +33 (0)1 77 58 00 55 adurand@amplitude-technologies.com
Acal BFI	Ekspla	Dadi Wang – +33 (0)1 60 79 59 84 dadi.wang@bfiptilas.com
Coherent	Coherent	Jean-Luc Tapié – +33 (0)1 69 85 24 92 jean-luc.tapie@coherent.com
Photonlines	Anritsu	Laurent Colomer – +33 (0)6 87 86 29 00 la-colomer@photonlines
Micro-Contrôle Spectra-Physics	Spectra Physics, New Focus, Sirah	Dalila Ait-Amir – +33 (0)1 60 91 68 45 dalila.aitamir@newport.com
Opton Laser International	Picoquant, Toptica, Daylight, Nanoplus, Rainbow Photonics, Cry Las, Gwu	Vincent Aubertin – +33 (0)1 69 41 04 05 vincent.aubertin@optonlaser.com
Optoprim	APE GmbH, M-Squared Lasers, Cobolt, Advanced Laser Diode Systems	François Beck – +33 (0)1 41 90 61 80 fbeck@optoprim.com
Leukos	Leukos	Guillaume Huss – +33 (0)5 55 35 81 27 support@leukos-systems.com
IDIL Fibres Optiques	Sacher Lasertechnik	Yi-Mei Liu – +33 (0)1 69 31 39 52 yimei.liu@idil.fr
Thorlabs	Thorlabs	Quentin Bollée – +33 (0)6 84 87 00 83 qbollée@thorlabs.com
Nano-Giga	Santec Tunable Laser	Rached BOUAZZA – +33 (0)6 85 67 10 80 rached.bouazza@nano-giga.fr
Laserlabs	laserlabs	Fabrice Senotier – +33 (0)1 60 80 10 42 laserlabsf@aol.com
Yenista	Yenista	Etienne Decerle – +33 (0)2 96 48 37 16 sales-emea@yenista.com
Quantel	Quantel	Mathieu Semenou – +33 (0)1 69 29 16 80 mathieu.semenou@quantel-laser.com
AMS Technologies	EagleYard	Karine Delacoux – +33 (0)1 64 86 46 11 kdelacoux@amstechnologies.com
Photline Technologies	QD Laser	Henri Porte – +33 (0)1 30 08 81 20 henri.porte@photline.com

Les sources « blanches ». Il s'agit d'une source laser accordable composée d'un laser supercontinuum (laser blanc) couplé avec un filtre accordable. Par exemple, le modèle développé par la société Leukos est composé d'un réseau holographique qui permet d'extraire une bande étroite (de 250 pm à 2 à 3 nm) dans le faisceau polychromatique. Cette technologie, très compacte, permet d'atteindre une gamme d'accordabilité allant de 400 nm à plus de 2 microns. Ces lasers sont utilisés pour de la spectroscopie biomédicale, la calibration d'instruments notamment en astronomie ou encore la photoluminescence. Dans ce cas, la sélection de la longueur d'onde se fait en dehors de la cavité,

et la source délivre donc un signal de faible puissance.

Les sources laser à CO₂. Ils permettent d'obtenir un spectre discret d'une centaine de raies dans l'infrarouge moyen. Un réseau de diffraction permet alors de sélectionner l'une d'entre elles. Dans ce cas, l'accordabilité est discrète, limitée aux seules raies émises par le laser à CO₂.

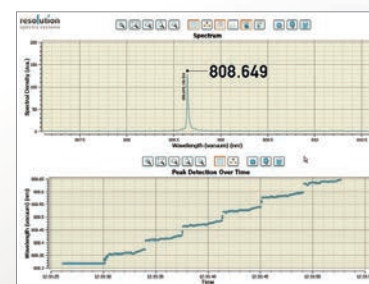
Remerciements à E. Colin (Quantel), pour sa contribution importante à cet article.

Pour en savoir plus

[1] F. Balembois, Lasers accordables, Techniques de l'Ingénieur, E 6 480 (2012).

resolution
spectra systems

Lambdamètres
Analyseurs de spectre
haute résolution
pour les lasers accordables



Suivi en longueur d'onde d'une diode laser à cavité externe sur 0,329 nm et visualisation des sauts de mode

Caractéristiques

- > Précision absolue jusqu'à 650 MHz
- > Excellente précision relative
- > Résolution spectrale jusqu'à 5 pm
- > Vitesse de mesure jusqu'à 30 kHz
- > Calibration à vie
- > Ultra compact
- > VIS-NIR : 630-1083 nm
- > Pour lasers pulsés et continus

SWIFTS™
TECHNOLOGY

info@resolutionspectra.com
www.resolutionspectra.com