

# Une source super-continuum

Présentes sur le marché depuis le milieu des années 2000, les sources super-continuum ont atteint aujourd'hui une maturité qui leur permet de commencer à être intégrées dans des solutions complètes. De nouveaux développements sont néanmoins toujours en cours pour atteindre de nouvelles longueurs d'onde et des puissances plus importantes. Les applications, tirées encore par le monde académique, concernent des secteurs de plus en plus nombreux.

## 10 ans de développement continu

Apparues au début des années 2000, les sources super-continuum ont été au départ commercialisées surtout dans le monde académique. Aujourd'hui, les systèmes sont devenus des instruments « presse-boutons » permettant leur utilisation dans le secteur industriel. Le ratio d'un des principaux fournisseurs est actuellement de 80 % pour la recherche et de 20 % pour des grands comptes industriels. Le volume atteint (on parle de plusieurs centaines de systèmes installés pour un seul fournisseur) a permis de valider les différents choix techniques et de fiabiliser les systèmes. Depuis peu, les sources super-continuum sont vendues comme parties de systèmes complets, notamment pour la microscopie confocale et la spectroscopie. La prochaine étape sera une intégration complète, les ventes OEM actuelles présentant la source en parallèle du système principal. On est loin des

premières sources, comme celle qui valut à la société Laserlabs le Photon d'or 2005 !

## Le spectre, une donnée essentielle

Une source super-continuum se compose d'un oscillateur impulsionnel injecté dans une fibre à cristaux photoniques (PCF), dans laquelle on crée, grâce à la forte puissance crête injectée, un phénomène non-linéaire. On récupère alors en sortie de la fibre un spectre continu, plus ou moins large, plus ou moins plat, en fonction des caractéristiques de la fibre et de la puissance de l'oscillateur. La plupart des sources fournissent un spectre d'environ 2  $\mu\text{m}$  de bande passante, qui couvre une bande allant de 400 nm à 2,4  $\mu\text{m}$ . Mais il existe aussi des sources capables de descendre plus bas dans l'ultraviolet ou de monter plus haut dans l'infrarouge. La plage de longueurs d'onde disponibles est une des caractéristiques essentielles en fonction de l'application

visée : les modèles présentant un spectre ultraviolet sont ainsi bien adaptés à l'imagerie de fluorescence.

Si le spectre est continu, il n'est pas plat sur toute la bande de longueurs d'onde couvertes et il existe donc des modèles plus puissants dans le bleu ou dans le rouge qui répondent ainsi à des besoins précis. Selon les constructeurs, le changement de fibre, et donc de spectre, se fait soit en changeant simplement le module « fibre », soit par une modification plus importante du système. L'utilisateur final peut donc opter soit pour un modèle très large bande pouvant s'adapter à plusieurs applications, soit pour un modèle plus ciblé sur une application donnée.

## Sélectionner la longueur d'onde

Lorsque l'application ne nécessite pas simultanément l'ensemble des longueurs d'onde disponibles, l'utilisateur doit pouvoir filtrer les longueurs d'onde avec



- **WhiteLase™ SC4x0**

Source supercontinuum mode-locked de 400nm à 2400nm jusqu'à 8W

- **WhiteLase™ UV**

Source supercontinuum mode-locked à spectre étendu dans l'UV jusqu'à <390nm

- **WhiteLase™ Micro**

Source supercontinuum mode-locked ultra-compacte >200mW

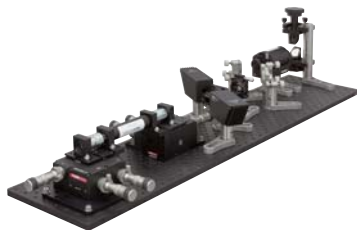
- **Filtres spectraux accordables**

Nombreuses solutions de filtrage adaptées à votre application (AOTF, Filtres passe-bande accordables,...)



OPTOPRIM France  
optoprim.com  
01 41 90 61 80

**THORLABS**



**T**HORLABS propose un kit de génération de laser supercontinuum : le SCKB/M. Le kit est composé d'une fibre femtoWHITE (NKT Photonics) qui est hautement non linéaire et qui permet d'élargir le spectre des impulsions femtosecondes aux alentours de 800 nm. Ce kit produit un faisceau en sortie qui combine la haute puissance et la cohérence spatiale d'un laser avec le large spectre d'une source à incandescence.

La forme et l'intensité du supercontinuum sont déterminées par la longueur d'onde, la puissance et la durée des impulsions du laser de pompe. En utilisant un laser Titane: Saphir femtoseconde, le kit délivre en sortie un spectre d'égale intensité sur une plage qui s'étend de 400 à 1600 nm.

De part sa nature modulaire, le kit supercontinuum peut facilement être adapté pour une application particulière en remplaçant certains composants. Différentes configurations sont visibles sur notre site internet.

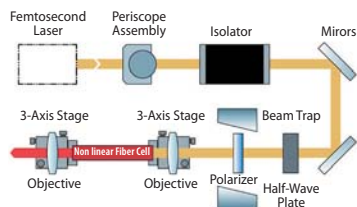


Schéma de principe du kit supercontinuum SCKB/M.

**THORLABS**  
Tél. +33 (0)970 440 844  
techsupport.fr@thorlabs.com  
www.thorlabs.com

PUBLIÉDIRECTIONNEL • PHOTONIQUES 65

lesquelles il souhaite travailler et pouvoir passer de l'une à l'autre. Pour cela, les sources intègrent un filtre acousto-optique (AOTF), un filtre variable linéaire, un monochromateur ou des filtres passe-bandes. Le choix du système de filtrage dépend de la largeur de la bande spectrale souhaitée, de la possibilité ou non de sélectionner plusieurs longueurs d'onde et de la capacité à faire varier la longueur d'onde sélectionnée de façon continue.

### La puissance, un enjeu pour de nombreuses applications

Les sources disponibles actuellement proposent des puissances très différentes, d'échelonnant entre quelques centaines de milliwatts et quelques watts. Pour augmenter la puissance, une solution consiste à augmenter la puissance de pompe, mais cela s'accompagne alors d'une variation du spectre. Une autre solution consiste à modifier le taux de répétition afin de garder un spectre constant quelle que soit la puissance de sortie et de permettre à chaque impulsion de fournir la même énergie. Une des façons de modifier le taux de répétition est d'utiliser un sélecteur d'impulsions (*pulse peaker*), qui est souvent intégré dans la source, entre l'oscillateur et l'amplificateur. D'autres techniques sont aussi utilisées, notamment pour permettre une variation continue du taux de répétition, les sélecteurs d'impulsions ne permettant que des valeurs discrètes.

Au-delà de la puissance moyenne, une autre donnée importante est la

puissance par nanomètre qui dépend de plus de la forme du spectre et n'est donc pas constante en fonction de la longueur d'onde. On peut noter la possibilité d'acquérir une source permettant de faire varier la puissance entre 0 et 100 % ou une source fonctionnant en mono-coup. Certains systèmes offrent de plus une boucle de stabilisation de la puissance afin d'atteindre 0,3 à 0,5 % de variation maximale plutôt que 1 à 2 % en standard.

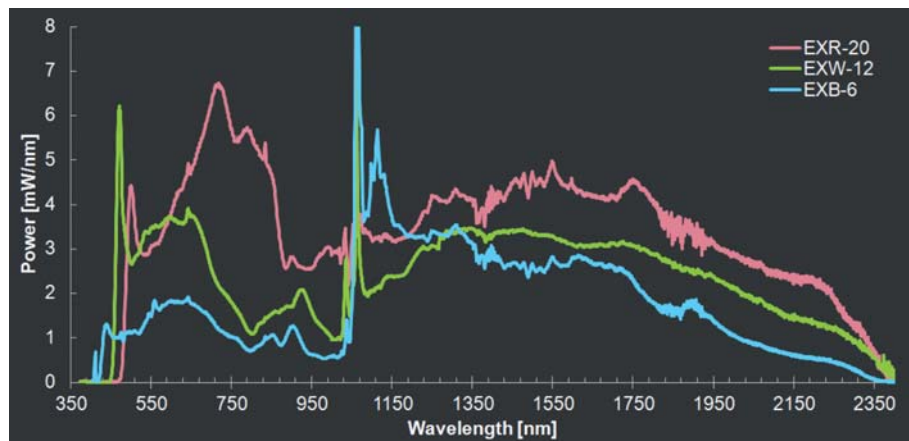
### Choisir sa longueur d'impulsion

Les sources super-continuum, basées sur des oscillateurs impulsions, présentent elles aussi en sortie un régime impulsions qui dépend du régime d'entrée. La plupart des sources disponibles sont des sources picosecondes, mais il existe aussi des sources nanosecondes, qui, la puissance crête restant identique, présentent une énergie plus forte. L'application visée détermine le choix entre ces différentes options.



Optoproim

Les sources super-continuum commerciales sont aujourd'hui des systèmes clés en main, et leur intégration dans des solutions complètes commence à se développer.

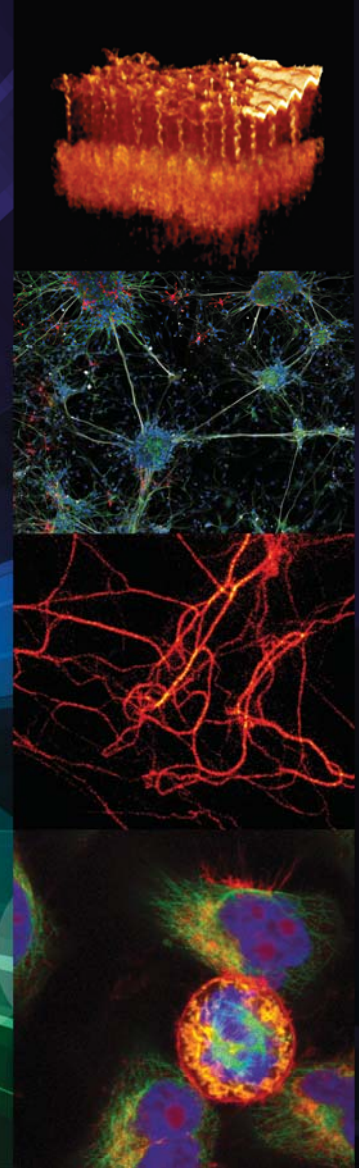
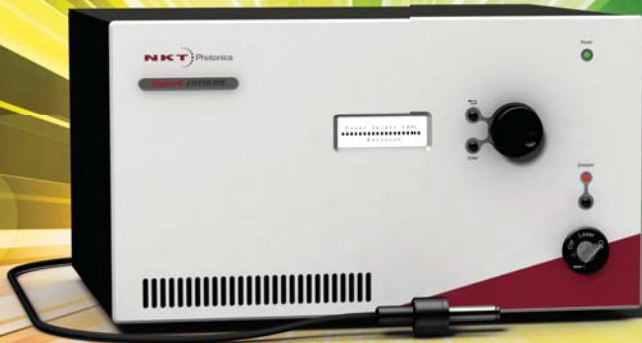


NKT Photonics

Quelques exemples de spectres disponibles en sortie d'une source super-continuum.

# One source...

## ...for all your imaging applications



Call now:  
+33 (0)9 75 90 80 10

## SuperK EXTREME

### High power supercontinuum lasers

**Excite at any wavelength** in the 400 to 2400 nm range with Watt-level, fiber-delivered output. Get all wavelengths at once, or use our plug&play tunable filters to get exactly the wavelengths you need.

**Lifetime measurements** are easy with variable rep rate and FLIM-approved NIM trigger.

**Upgrade your system** when your needs change. Start small and build big with our modular architecture and large accessory range.

**Your budget is safe** with thousands of hours of service-free operation, remote diagnostics and optional warranty extensions.

Confocal microscopy

Advanced fluorescence imaging/spectroscopy (FLIM, FRET, FRAP, FCS)

Superresolution, nanoscopy imaging (gSTED, TIRF)

Single Molecule Imaging

Light sheet microscopy

High-throughput microscopy

Coherent non-linear microscopy (CARS)

OCT, endoscopy

Nanophotonics

+33 (0)9 75 90 80 10  
[www.nktpotonics.com/superk](http://www.nktpotonics.com/superk)  
[laser\\_sales@nktpotonics.com](mailto:laser_sales@nktpotonics.com)

**NKT** Photonics  
the power of light



## SOURCE LASER SUPERCONTINUUM

www.leukos-systems.com

**Instrumentation optique**  
**Laser accordable**  
**Laser blanc**  
**Spectroscopie résolue en temps**

contactus@leukos-systems.com

### Sources laser supercontinuum

- UV jusqu'à 320 nm
- NIR jusqu'à 2800 nm
- Puissance jusqu'à 6 W
- Energie jusqu'à 3  $\mu$ J
- Impulsion de 5 ps à 4 ns
- Modes de fonctionnement :
  - quasi-continu MHz
  - impulsion à la demande
- trigger externe 10 Hz - 250 kHz



### Spectromètres Ultrafast Systems

Absorption transitoire  
 UV VIS MidIR fs, sub-ns, ns  
 Fluorescence  
 TCSPC & Upconversion  
 Kit éducatif cinétique



LEUKOS - Limoges - FRANCE  
 Tél. : 05 55 35 81 27

## Des applications de plus en plus nombreuses

Parmi les applications les plus répandues, on peut citer la mesure temporelle de déclin de fluorescence, l'analyse spectrale, la microscopie super résolution (STED) et la microscopie confocale, la spectrométrie, notamment dans le proche infrarouge, la nanophotonique, la cytométrie en flux, la caractérisation de composants ou de systèmes ou encore la plasmonique et les métamatériaux.

## Des systèmes encore en évolution

Les fabricants travaillent à développer des sources permettant notamment d'atteindre des longueurs d'onde ultraviolettes en dessous de 350 nm ou offrant des puissances supérieures à la dizaine de watts. L'utilisation d'oscillateurs femtoseconde est aussi un des axes de recherche.

Un autre axe de recherche important est de parvenir à des sources de plus en plus faciles à intégrer : la compacité, le faible coût, les techniques de refroidissement et la durée de vie sont alors des éléments de choix primordiaux.



ALPHANOY avec une source Leukos

Les sources super-continuum permettent d'obtenir un spectre continu, s'étirant de l'ultraviolet à l'infrarouge.

Aujourd'hui peu de sources super-continuum sont réellement intégrées dans des systèmes complets : même si plusieurs industriels les commercialisent avec leur propre système, elles sont encore, dans la plupart des cas, installées en parallèle du système complet. Pourtant, les systèmes sont de plus en plus fiables, certains constructeurs n'hésitant pas à réaliser des tests sur une année entière avant de les commercialiser afin de garantir leur fiabilité. Le contrôle de la source peut aussi se faire via un logiciel standard ou un logiciel dédié à l'application finale grâce à un kit de développement. Enfin, des sources existent en versions entièrement fibrées avec un collimateur qui permet de se connecter sur le système de filtrage.

### Fabricants français

Société	Contact
Leukos	Karine WECK – Tél. : +33 (0)5 87 21 70 04 karine.weck@leukos-systems.com
Le Verre Fluoré	Gwenaél MAZÉ – Tél. : +33 (0)2 99 05 31 30 maze@leverrefluore.com

### Fabricant étranger

Société	Contact
NKT Photonics	Arnaud BOUT – Tél. : +33 (0)9 75 90 80 10 abo@nktphotonics.com

### Distributeurs

Société	Marques	Contact
Laser 2000	NP Photonics Polaronyx	Rémy CARRASSET – Tél. : +33 (0)5 57 10 92 86 carrasset@laser2000.fr
Opton Laser	Toptica	Vincent AUBERTIN – Tél. : +33 (0)1 69 41 04 05 vincent.aubertin@optonlaser.com
Optoprim	Fianium	François BECK – Tél. : +33 (0)1 41 90 61 80 fbeck@optoprim.com

### Kits permettant de monter une source super-continuum

Société	Contact
Thorlabs	Quentin BOLLÉE – Tél. : +33 (0)9 70 44 48 44 qbollée@thorlabs.com