

DECOUVERTE DE LA SPECTROSCOPIE MIR PAR CONVERSION DE FREQUENCE

Les spectromètre MIR par up-conversion reposent sur la génération de somme de fréquences (SFG, Sum-Frequency Generation). Il s'agit d'un processus optique non linéaire avancé dans lequel deux photons interagissent pour produire un nouveau photon dont l'énergie est égale à la somme des énergies des photons initiaux.

Un cas particulier bien connu de la SFG est la génération de seconde harmonique (SHG, Second-Harmonic Generation), largement utilisée dans les pointeurs laser verts pour convertir la lumière émise par une diode laser à 1064 nm en lumière verte. Dans les spectromètres par up-conversion, la SFG est pour transformer le rayonnement moyen infrarouge (MIR) incident en lumière proche du visible. Ce processus rend possible la mesure d'un signal MIR avec les détecteurs siliciums habituellement utilisés dans le VIS-NIR et permet donc une acquisition à la fois broadband et haute cadence sur la plage 2-5 μ m.

Objectifs du workshop :

- Découvrir le principe de la SFG à travers la génération de seconde harmonique d'un laser Nd:YAG 1064 nm.
- Comprendre la relation mathématique entre la longueur d'onde du signal d'entrée MIR et celle du signal de sortie VIS.
- Découvrir des exemples d'application de spectroscopie MIR haute cadence.

Référence et notes d'application :

1. P. Tidemand-Lichtenberg, J. Dam, H. Andersen, L. Høgstedt, and C. Pedersen, "Mid-infrared upconversion spectroscopy," *J. Opt. Soc. Am. B* **33**, D28-D35 (2016). <https://doi.org/10.1364/JOSAB.33.000D28>
2. N. Israelsen, P. Rodrigo, C. Petersen, G. Woyessa, R. Hansen, P. Tidemand-Lichtenberg, C. Pedersen, and O. Bang, "High-resolution mid-infrared optical coherence tomography with kHz line rate," *Opt. Lett.* **46**, 4558-4561 (2021). <https://doi.org/10.1364/OL.432765>
3. Stas Zinchik, Shengli Jiang, Søren Friis, Fei Long, Lasse Høgstedt, Victor M. Zavala, and Ezra Bar-Ziv Accurate Characterization of Mixed Plastic Waste Using Machine Learning and Fast Infrared Spectroscopy *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* **2021** *9* (42), 14143-14151 <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c04281>

		<p>DECOUVERTE DE LA SPECTROSCOPIE MIR PAR CONVERSION DE FREQUENCE</p> <p>Atelier du mercredi 08 juillet 2026 de 14h00 à 15h30</p> <p>3 sessions de 25 mn seront disponibles à la réservation. Inscription à l'accueil dès le lundi 06 juillet 2026</p>
<p>Les ateliers industriels d'OPTIQUE Dijon 2026 – Ateliers pédagogiques et interactifs</p>		

DISCOVERY OF MIR SPECTROSCOPY BY FREQUENCY CONVERSION

Mid-infrared (MIR) upconversion spectrometers are based on sum-frequency generation (SFG). This is an advanced nonlinear optical process in which two photons interact to produce a new photon whose energy is equal to the sum of the energies of the initial photons.

A well-known special case of SFG is second-harmonic generation (SHG), widely used in green laser pointers to convert light emitted by a 1064 nm laser diode into green light. In upconversion spectrometers, SFG is used to transform incident mid-infrared (MIR) radiation into near-visible light.

This process makes it possible to measure a MIR signal using standard silicon detectors typically used in the VIS–NIR range, enabling both broadband and high-speed acquisition over the 2–5 μm range.

Workshop objectives :

- Understand the principle of SFG through second-harmonic generation of a 1064 nm Nd:YAG laser.
- Understand the mathematical relationship between the wavelength of the incoming MIR signal and that of the outgoing VIS signal.
- Explore application examples of high-speed MIR spectroscopy.

References and application notes:

4. P. Tidemand-Lichtenberg, J. Dam, H. Andersen, L. Høgstedt, and C. Pedersen, "Mid-infrared upconversion spectroscopy," *J. Opt. Soc. Am. B* **33**, D28-D35 (2016). <https://doi.org/10.1364/JOSAB.33.000D28>
5. N. Israelsen, P. Rodrigo, C. Petersen, G. Woyessa, R. Hansen, P. Tidemand-Lichtenberg, C. Pedersen, and O. Bang, "High-resolution mid-infrared optical coherence tomography with kHz line rate," *Opt. Lett.* **46**, 4558-4561 (2021). <https://doi.org/10.1364/OL.432765>
6. Stas Zinchik, Shengli Jiang, Søren Friis, Fei Long, Lasse Høgstedt, Victor M. Zavala, and Ezra Bar-Ziv Accurate Characterization of Mixed Plastic Waste Using Machine Learning and Fast Infrared Spectroscopy *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* **2021** 9 (42), 14143-14151 <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c04281>

		<p>DISCOVERY OF MIR SPECTROSCOPY BY FREQUENCY CONVERSION</p> <p>Atelier du mercredi 08 juillet 2026 de 14h00 à 15h30</p> <p>3 sessions de 25 mn seront disponibles à la réservation. Inscription à l'accueil dès le lundi 06 juillet 2026</p>
<p>Industrial workshops of OPTIQUE Dijon 2026 – Educational and interactive workshops</p>		