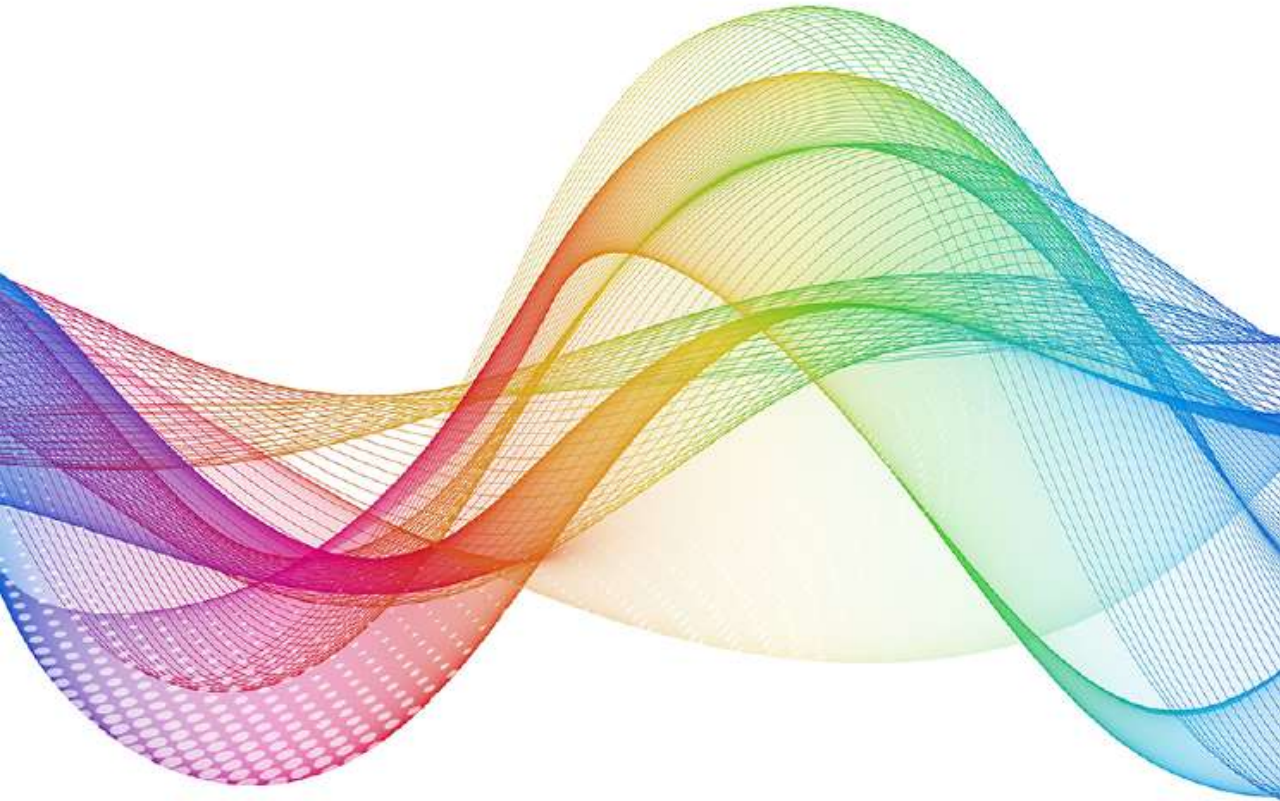




Innovations Raman chez Metrohm

Journée Spectroscopie
Metrohm France
Jeudi 04 juin 2026

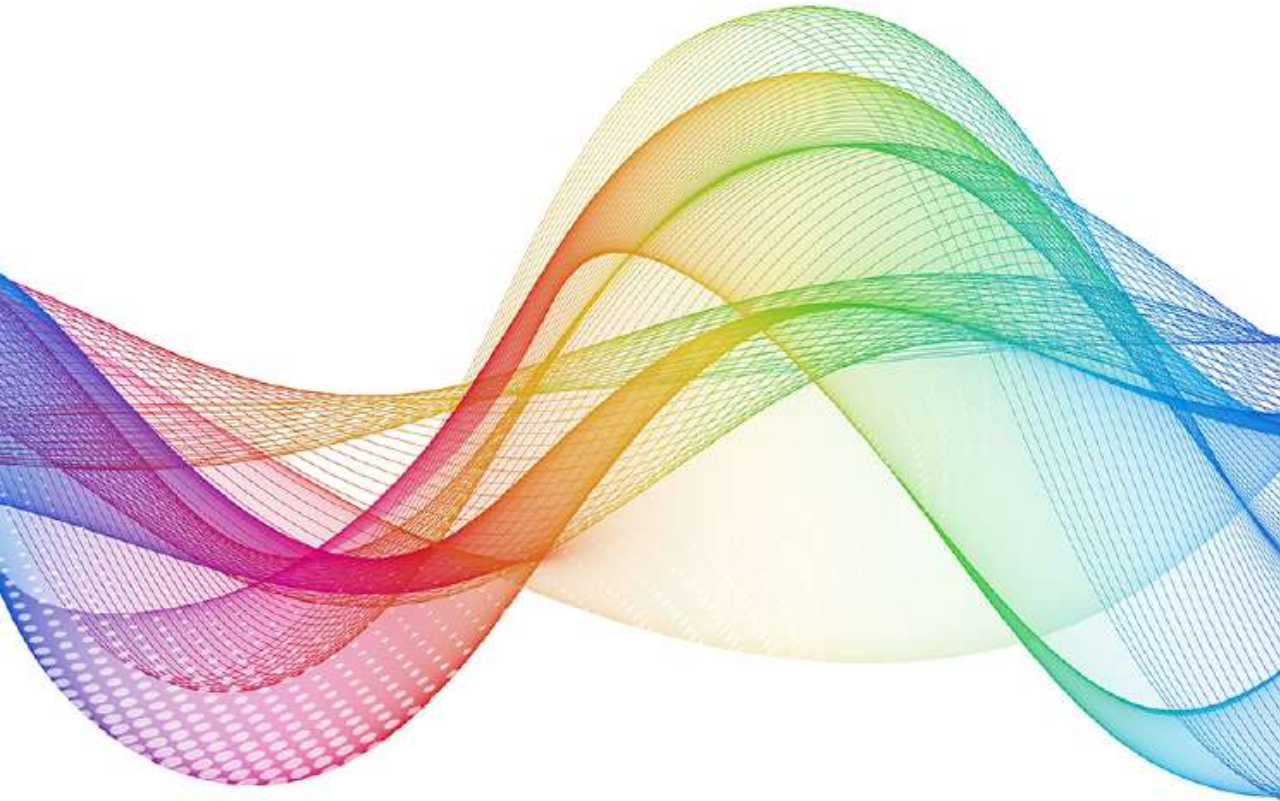
1. Metrohm et la spectroscopie
2. Raman See Through™
3. Raman concaténé™



1. Metrohm et la spectroscopie

2. Raman *See Through*™

3. Raman concaténé



Historique de la spectroscopie

2013

Rachat de FOSS
NIRSystems

Laboratory/At-Line Analyzers



Speed, cleanliness and simplicity make NIR the ideal test method for laboratory and plant floor.

Process Analyzers



NIRSystems Process Analyzers are setting the standard for real-time process analysis.



Historique de la spectroscopie

2013

Rachat de FOSS
NIRSystems

2015

Acquisition de Snowy
Range Instrument



Historique de la spectroscopie

2013

Rachat de FOSS
NIRSystems

2015

Acquisition de
Snowy Range
Instrument

2017

Acquisition de
Diagnostics anSERS



Historique de la spectroscopie

2013

Rachat de FOSS
NIRSystems

2015

Acquisition de Snowy
Range Instrument

2017

Acquisition de
Diagnostics anSERS

2018

Acquisition de Innovative
Photonic Solution



Turn-Key Systems >



Laser Diodes >



Raman Probes >



Laser Diode Modules >



Diode-Pumped Solid State >

Historique de la spectroscopie

2013

Rachat de FOSS
NIRSystems

2015

Acquisition de Snowy
Range Instrument

2017

Acquisition de
Diagnostics anSERS

2018

Acquisition de Innovative
Photonic Solution

Acquisition de B&WTek



Historique de la spectroscopie



Historique de la spectroscopie



2026 : gamme complète en NIR & Raman

NIR

OMNIS NIR

Laboratoire



2060 The NIR

Process



RAMAN

Mira – NanoRam –
TacticID

Portable



iRaman

Laboratoire



PTRam – 2060
Raman - RISE

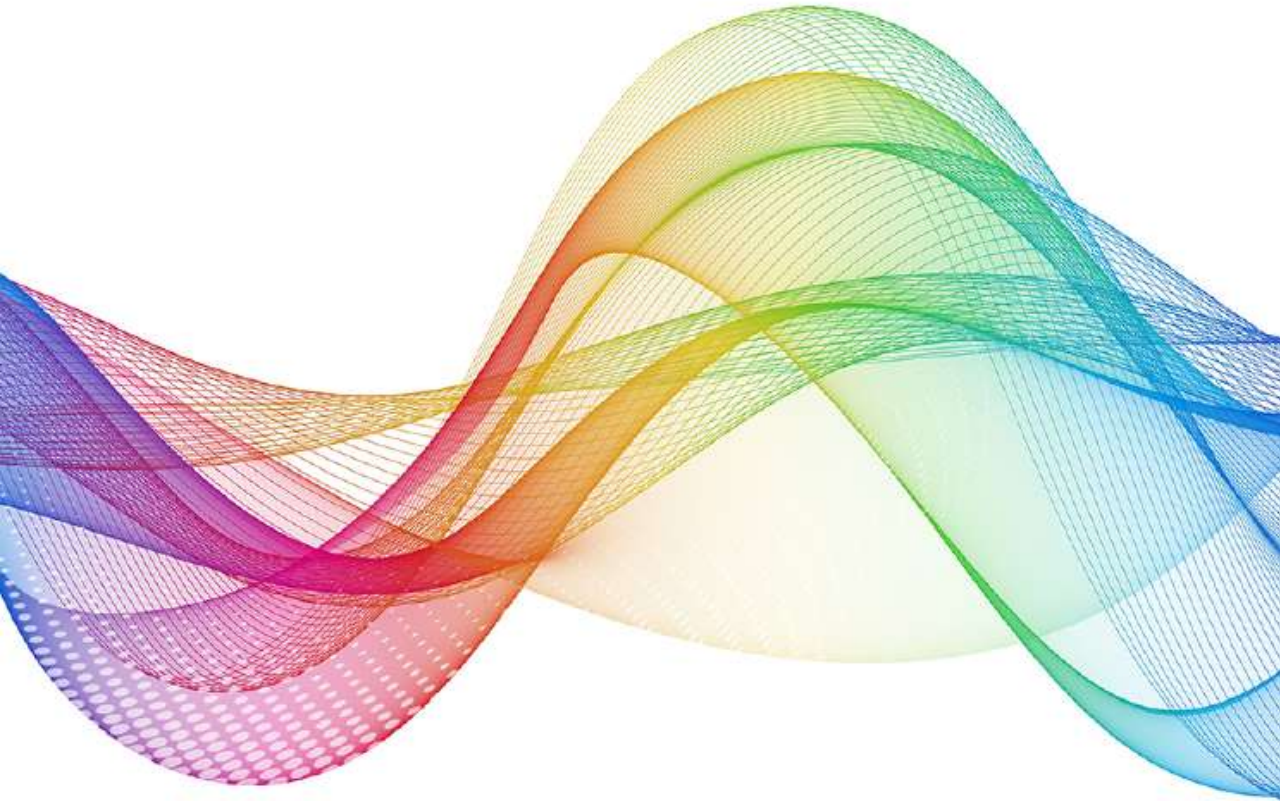
Process



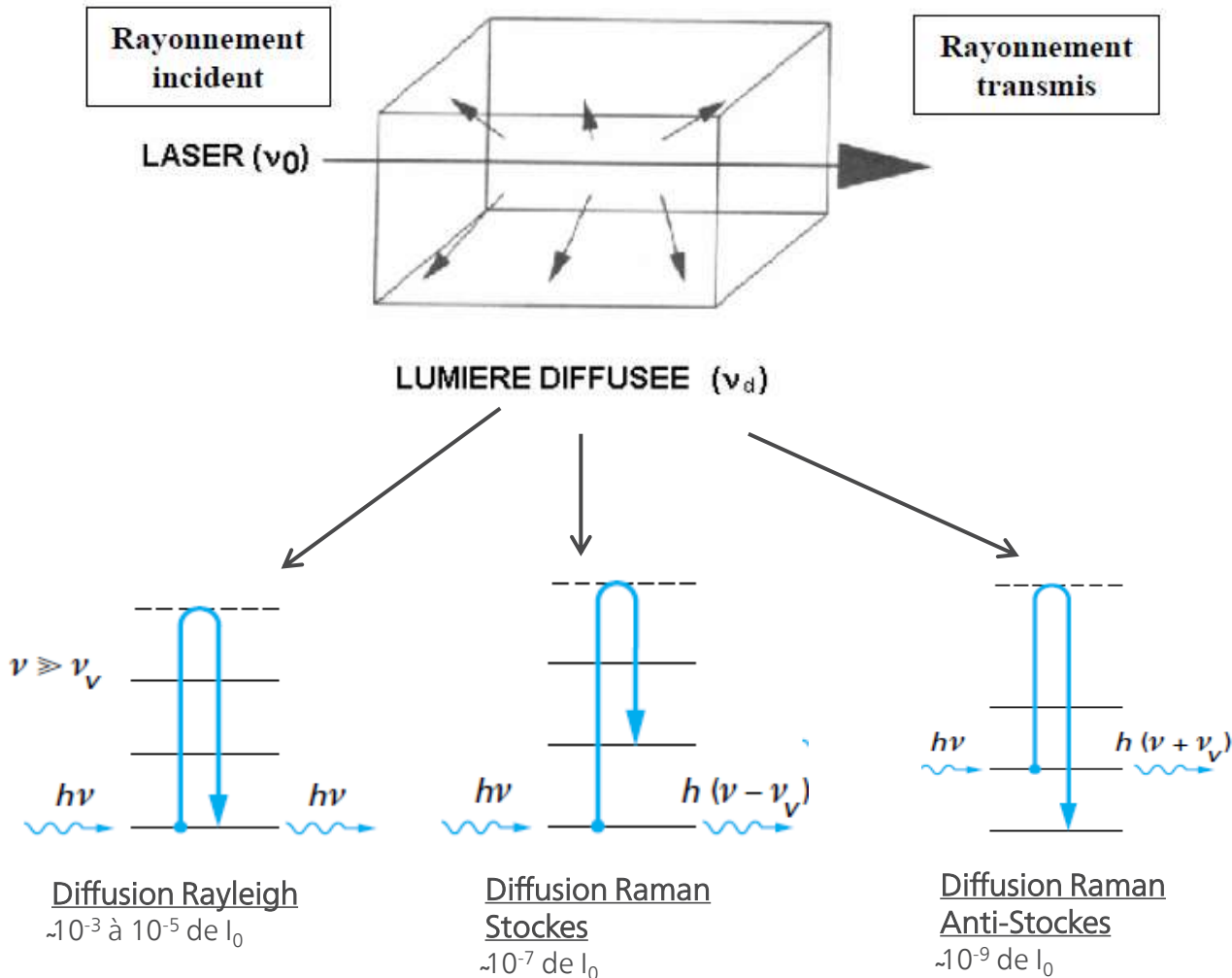
1. Metrohm et la spectroscopie

2. Raman *See Through*™

3. Raman concaténé



Principe du Raman

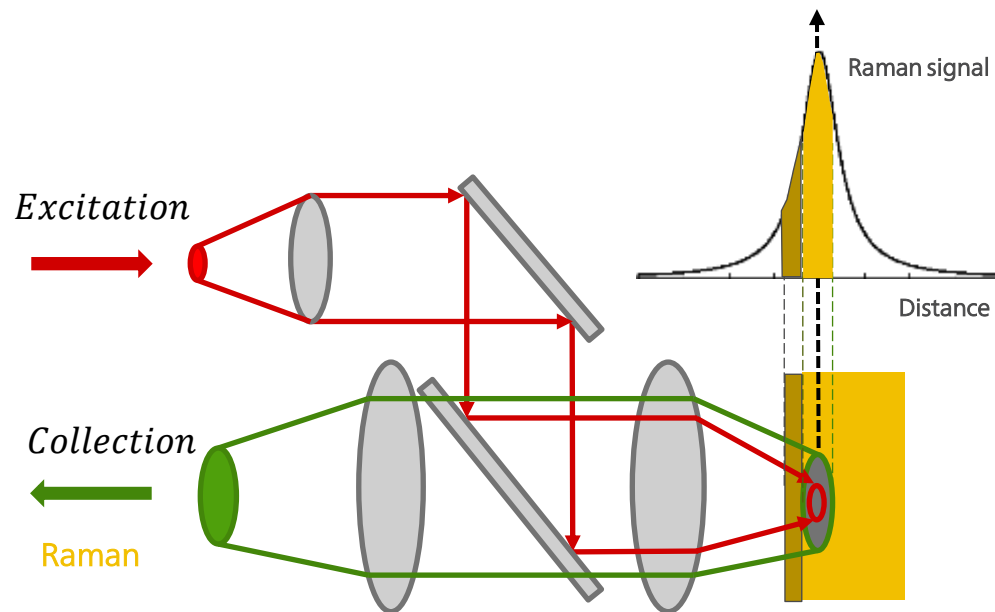


La spectroscopie Raman est la **diffusion inélastique** (changement d'énergie) de la lumière, généralement une source laser, par la matière (échantillon).

Raman conventionnel

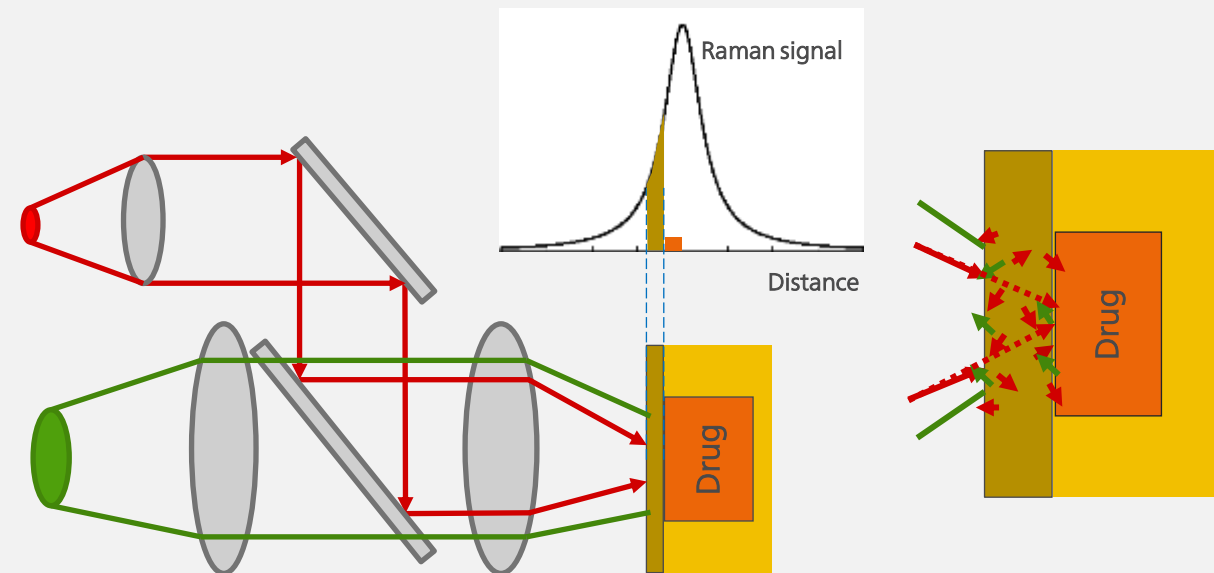
Contenant transparent

Signal Raman majoritaire issu du point de focalisation.
En ajustant la distance focale, mesure au travers des contenants transparents possible



Contenant opaque

Échec de la confocalité entraîne un signal beaucoup plus faible (s'il existe) de l'échantillon par rapport au contenant, qui lui aussi est réduit car le laser est hors foyer.



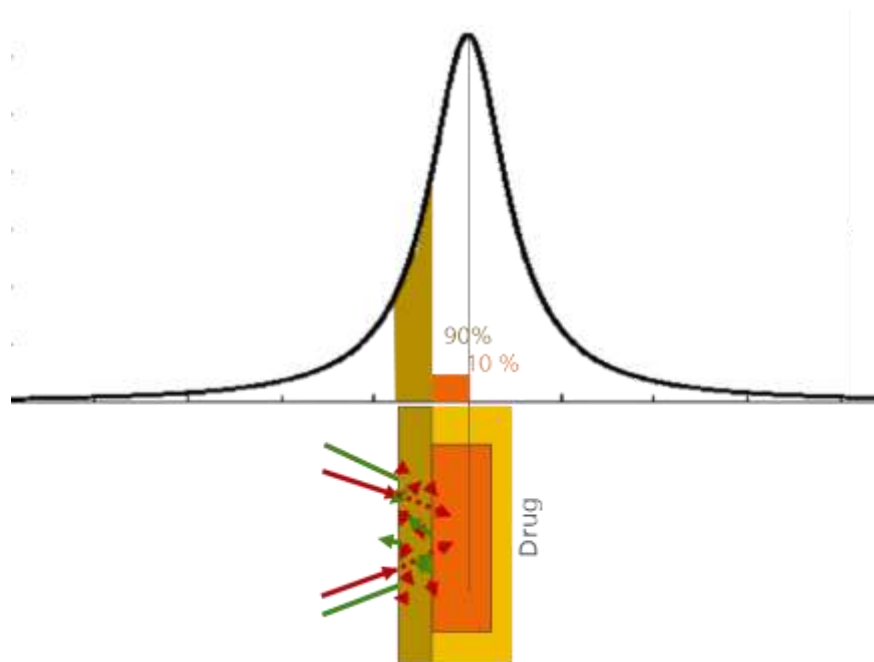
See Through™ - défocalisation

Comment augmenter le signal Raman provenant de l'échantillon

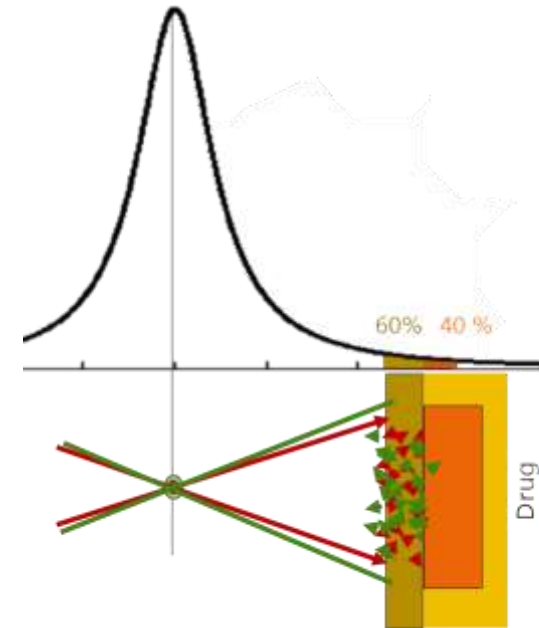
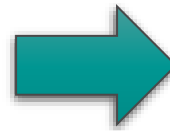
OU

Comment augmenter l'intensité relative du signal de l'échantillon sur le spectre Raman mesuré ?

Ajuster la focalisation du laser permet d'obtenir une **INTENSITÉ RELATIVE PLUS FORTE** provenant de l'échantillon.

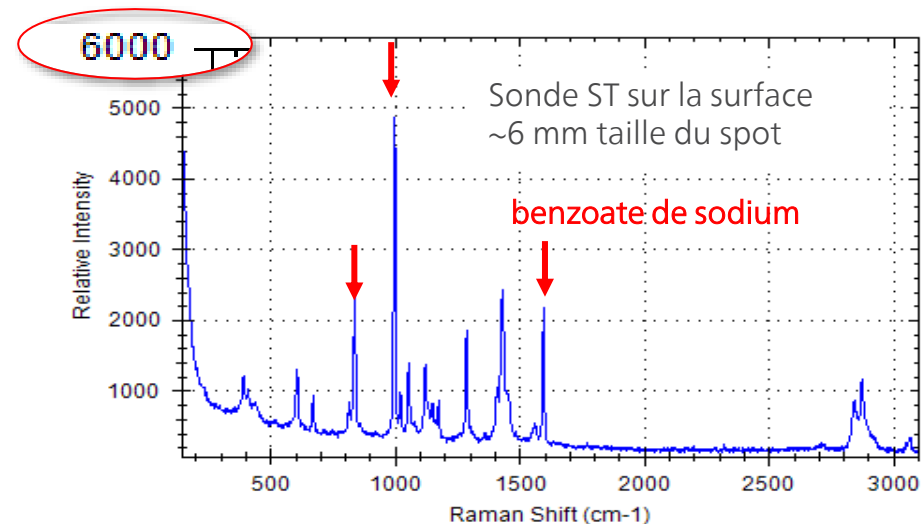
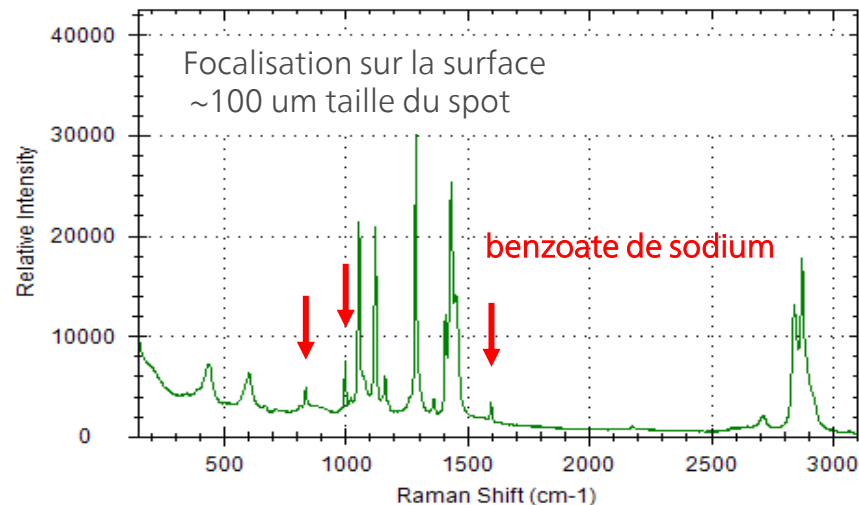
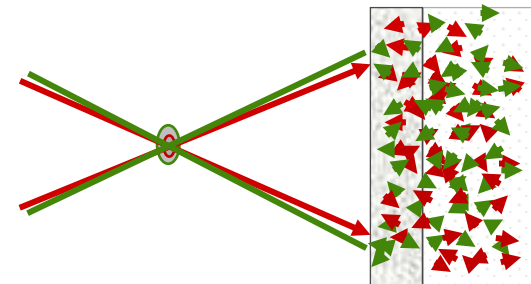
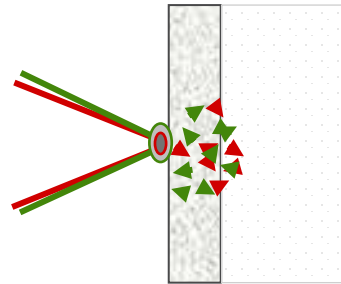


Défocalisation du laser



Exemple de l'influence de la défocalisation sur l'intensité relative

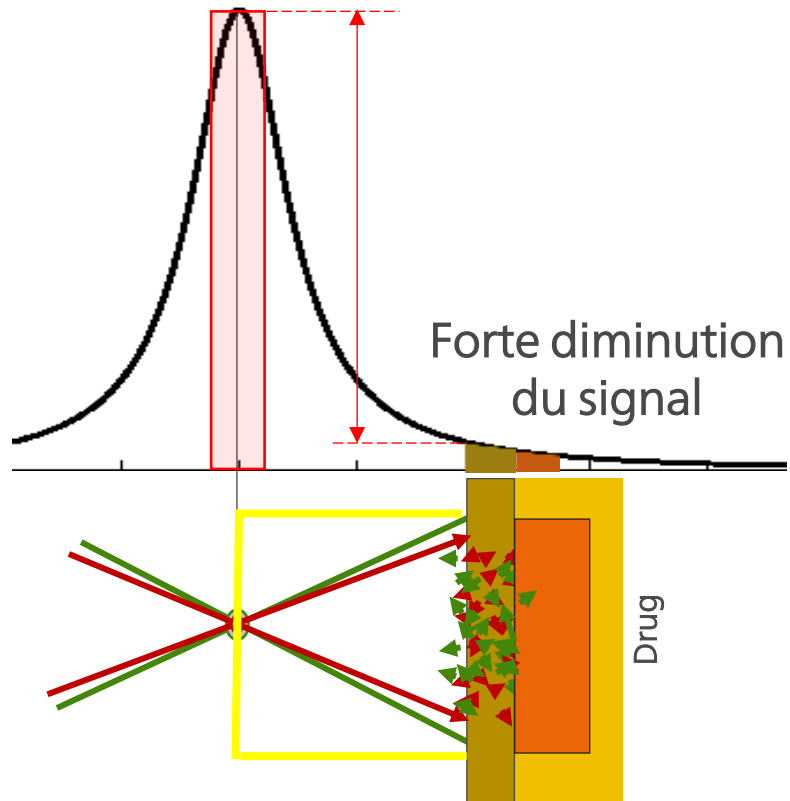
Spectres Raman obtenus avec focalisation classique vs See-through sur le **benzoate de sodium** à l'intérieur d'une **bouteille en PE blanc** (adaptateur ST, 300 mW, 1 s).



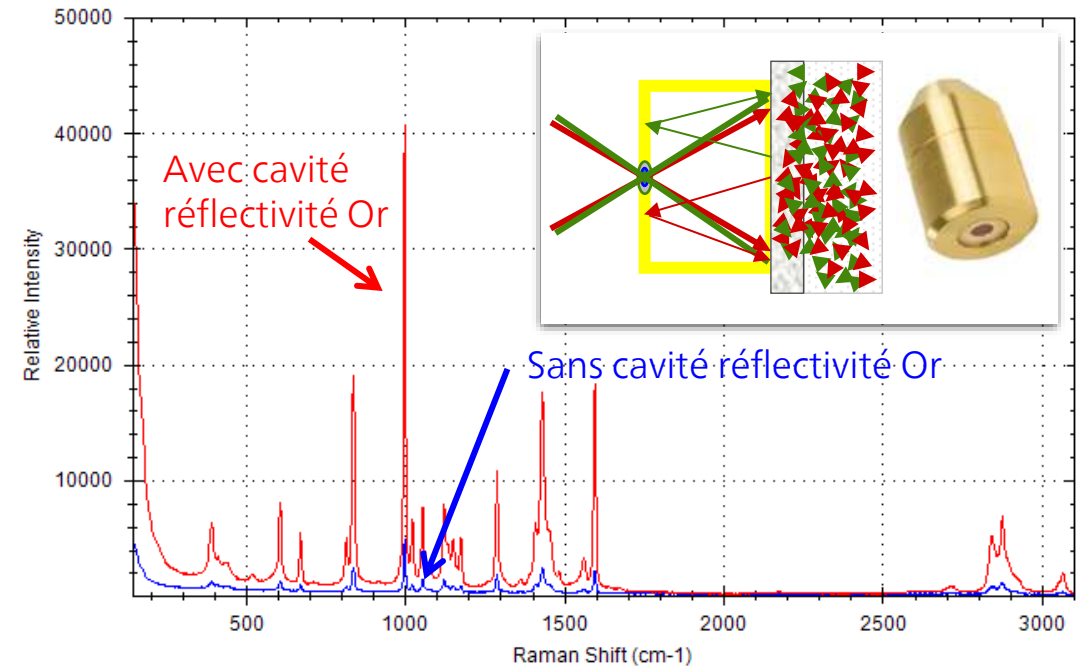
Contrepartie : le signal Raman enregistré est beaucoup plus faible

See Through™ - Exaltation

L'échantillon à l'intérieur d'un contenant diffusant peut être mesuré, mais avec une **efficacité très faible**, en défocalisant le laser.



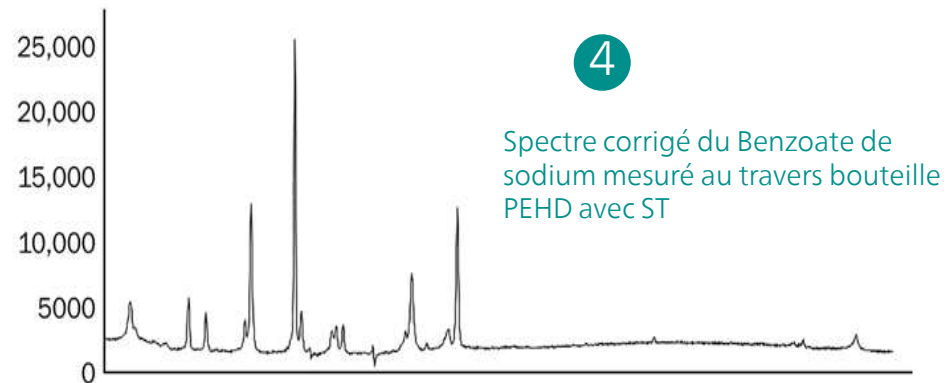
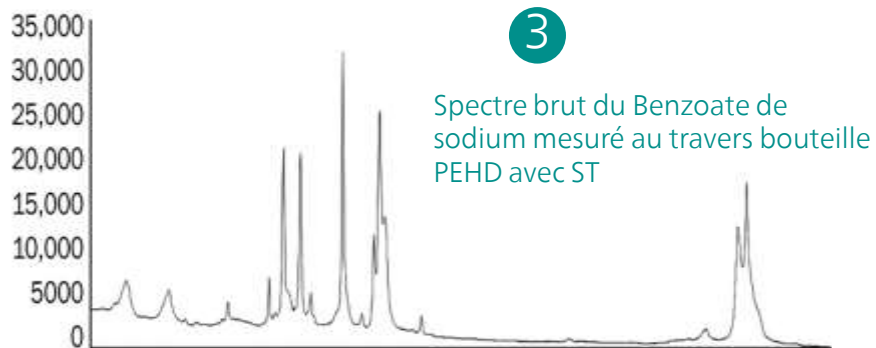
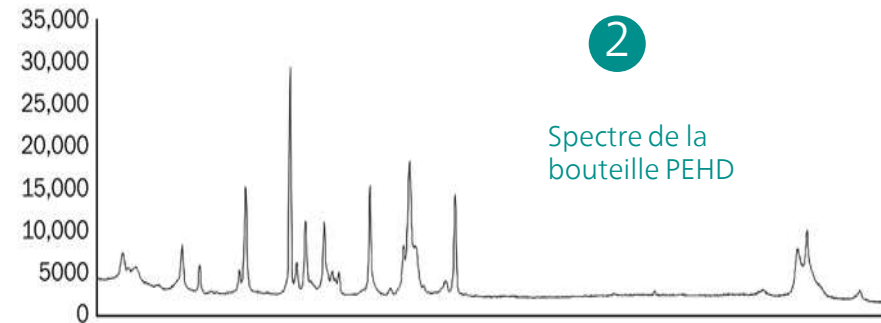
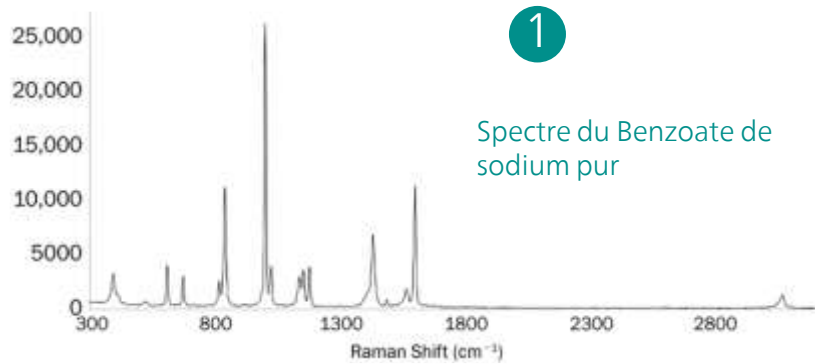
Exaltation du signal collecté d'un facteur x6



See Through™ - Extraction

Signal enregistré avec sonde ST est un mélange contenant / contenu.

Grâce à un algorithme breveté, il est possible d'isoler le signal de l'emballage pour conserver uniquement le spectre de l'échantillon et procéder à l'identification de la matière.



Exemple : LA MESTA



Historiquement identification des MP via les techniques traditionnelles comme GC, FTIR, point de fusion.... avec les limites suivantes:

- Chronophages
- Coûteuses
- Manipulation des échantillons
- Personnel laboratoire qualifié
- Analyse offline

Implémentation du TacticID-1064-ST pour :

- Utilisation par opérateurs au magasin
- Libérer du temps au laboratoire
- S'affranchir du prélèvement
- Améliorer CQ car 100% entrants identifiés
- Réduire le temps de quarantaine

Capacités du TID-1064-ST

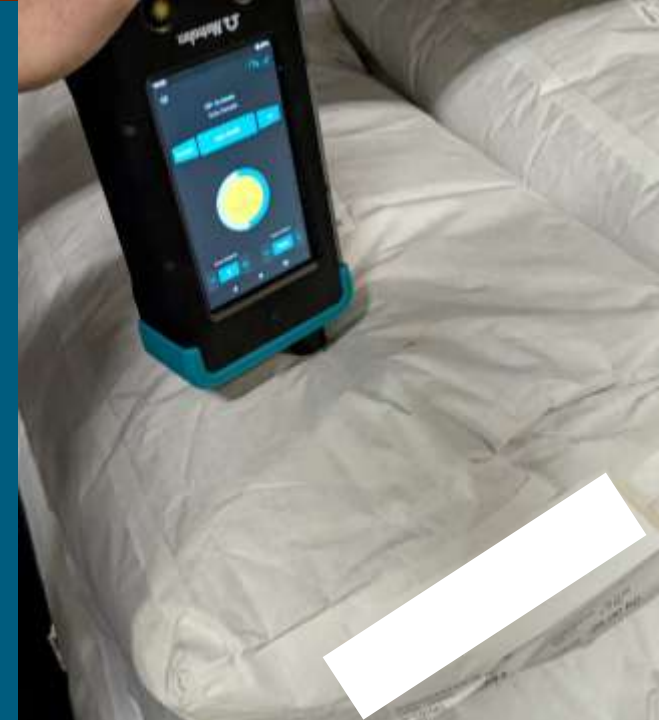
Identification au
travers bidon
plastique bleu



Identification au
travers IBC 1m³ à
l'extérieur



Identification au
travers un sac
Kraft



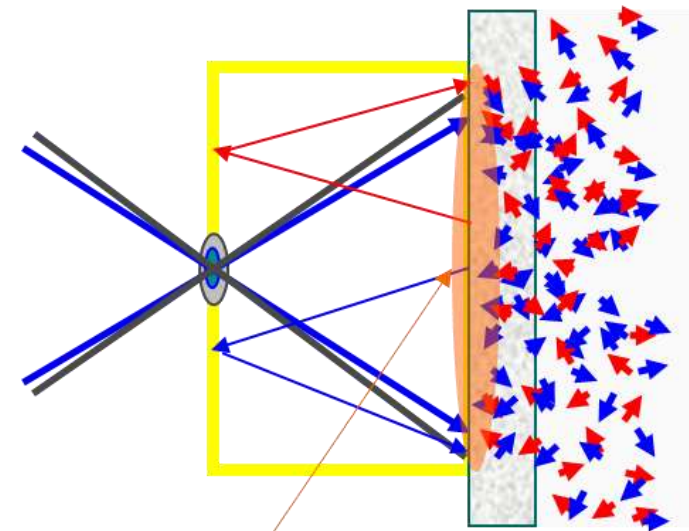
Autres avantages inhérents à la défocalisation

Taille du spot laser élargie

- possibilité de mesurer des échantillons hétérogènes

Densité de puissance réduite

- possibilité de mesurer des échantillons photosensibles

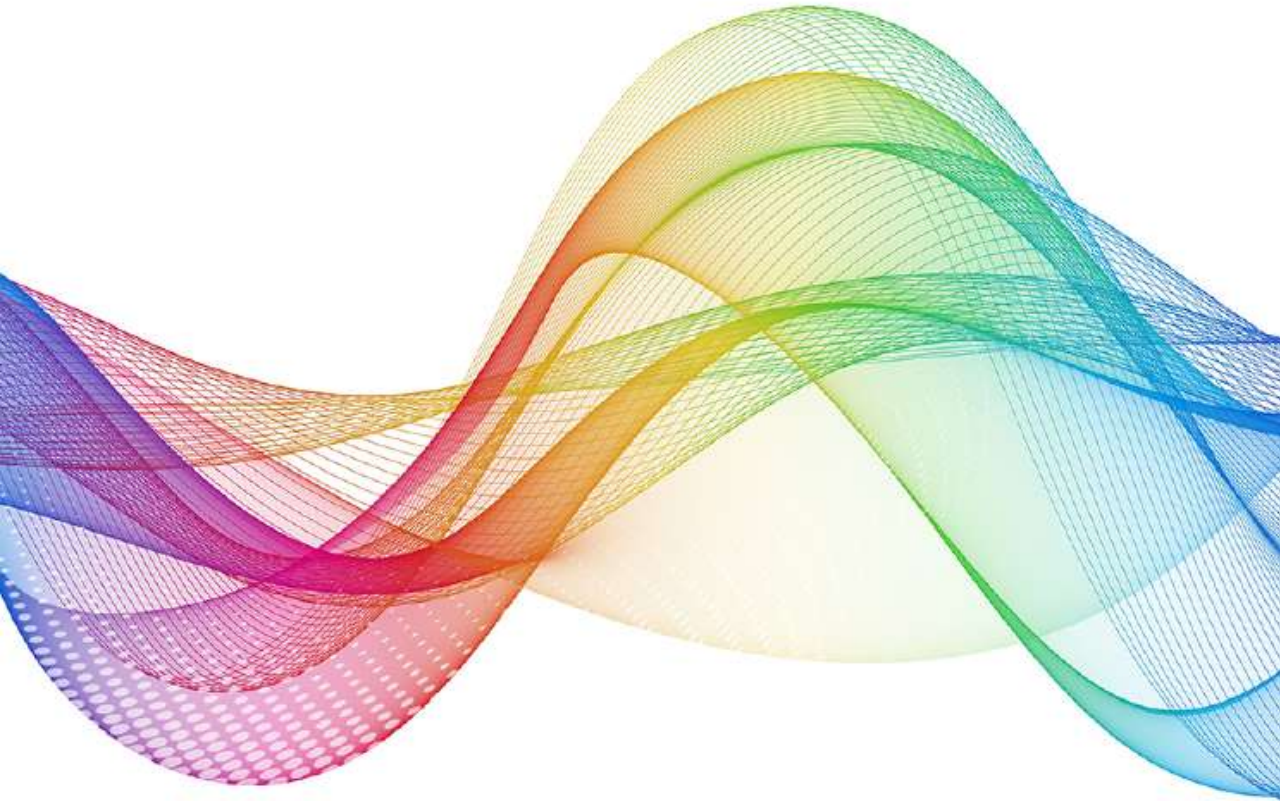


12.5 mm² & (vs 0.008 mm²)

1. Metrohm et la spectroscopie

2. Raman *See Through*™

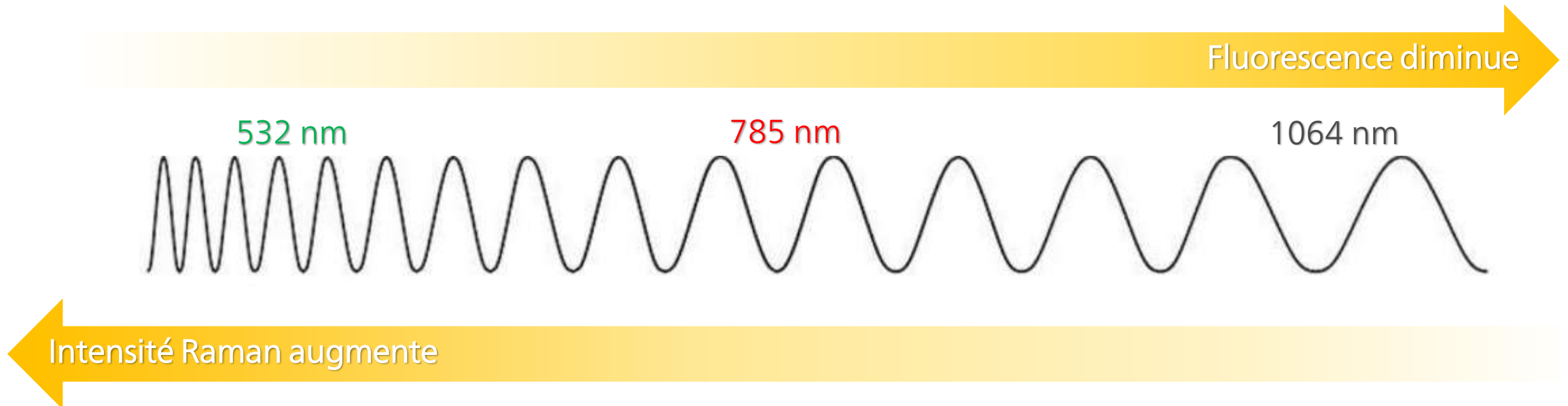
3. Raman concaténé™



Compromis du Raman

Avec le Raman conventionnel, compromis entre :

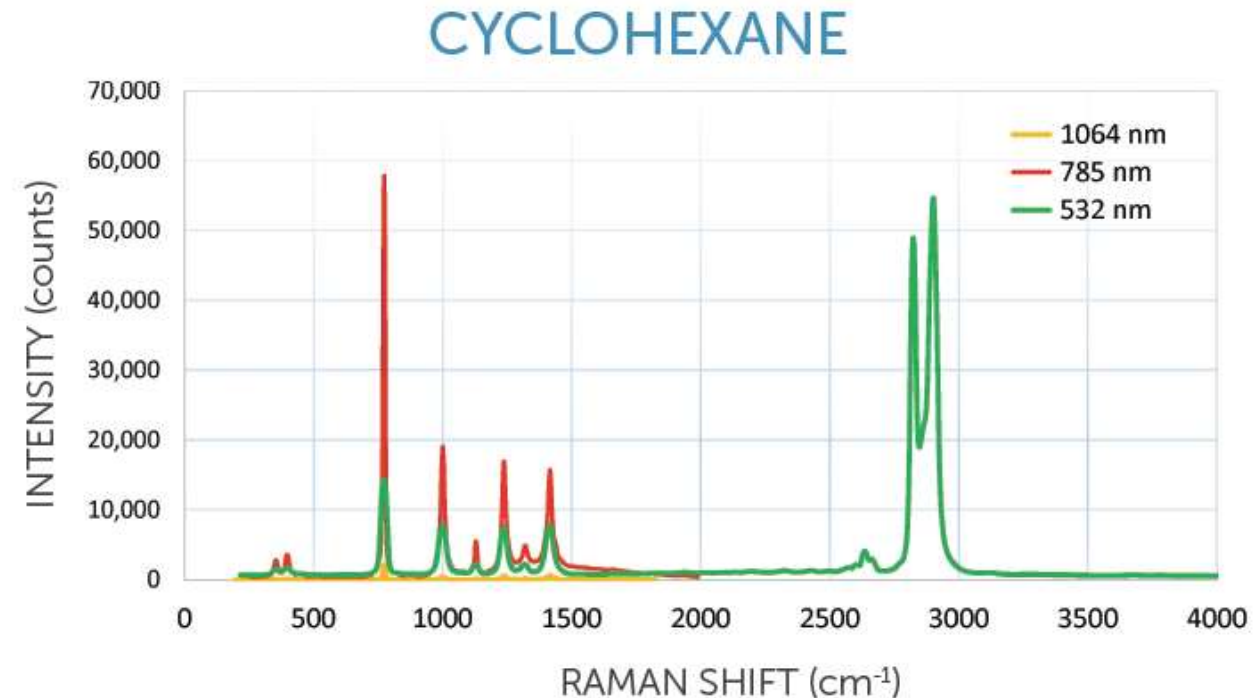
- **Résolution spectrale élevée** → moins de photons par canal spectral, S/B plus faible
- **Plage spectrale large** → résolution spectrale réduite (à détecteur constant)
- **Réduction de la fluorescence** → utilisation d'un laser NIR, mais diminution du signal Raman ($I \propto 1/\lambda^4$) et de la plage spectrale



Laser 532 nm

Conduit au meilleur SNR et une couverture spectrale la plus large (zone optimale pour CCD)

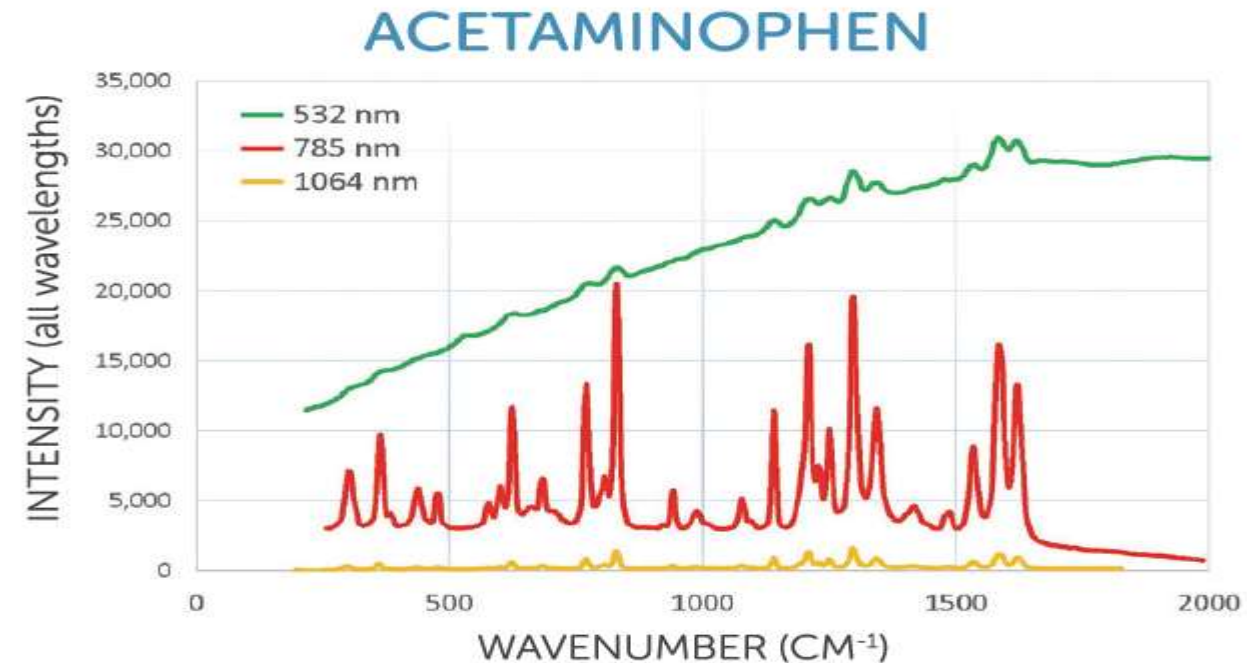
Idéal pour les échantillons inorganiques, nanomatériaux de carbone, semi-conducteurs, oxydes métalliques, minéraux, ...



Laser 785 nm

Conduit au meilleur compromis entre gestion de la fluorescence et SNR (limite CCD)

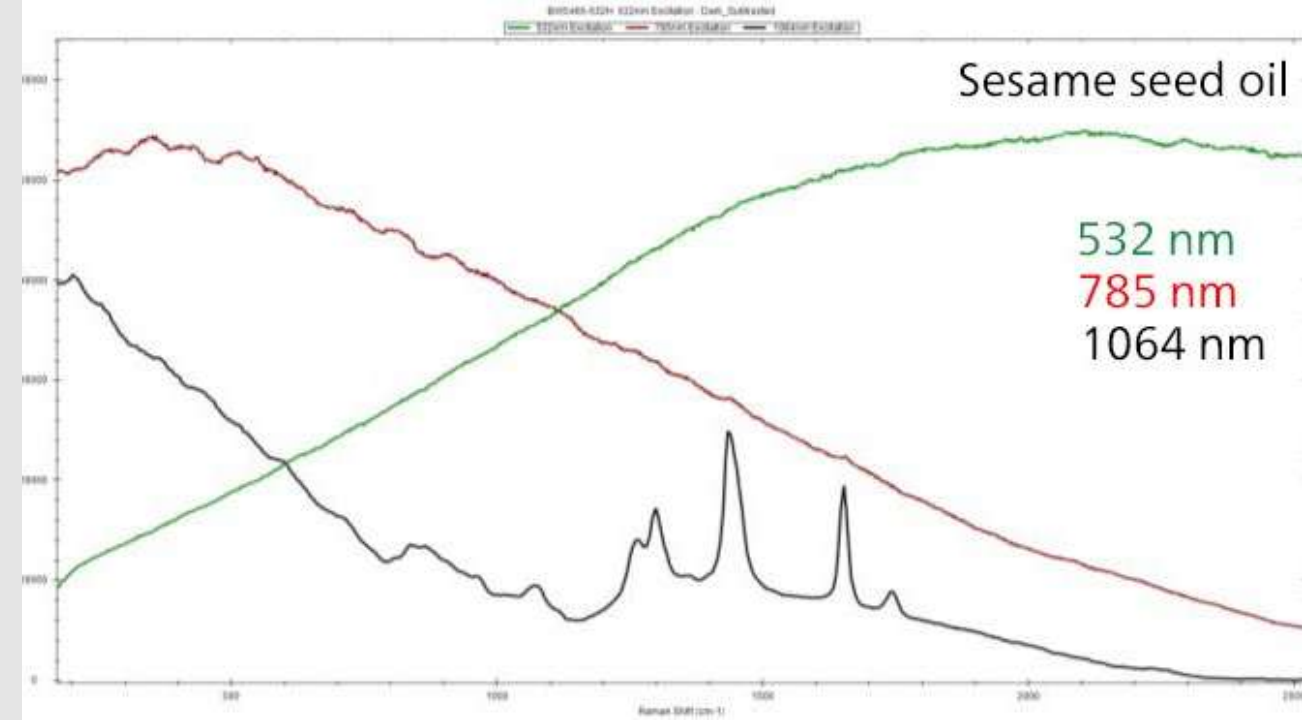
Idéal pour la plupart des produits chimiques et matériaux organiques, Produits pharmaceutiques, ...



Laser 1064 nm

Conduit à la meilleure gestion de la fluorescence avec une plage spectrale plus réduite et un signal plus faible

Idéal pour les échantillons naturels, les produits pétrochimiques, polymères colorés, encres, pigments, colorants et vernis, échantillons biologiques, diagnostics médicaux

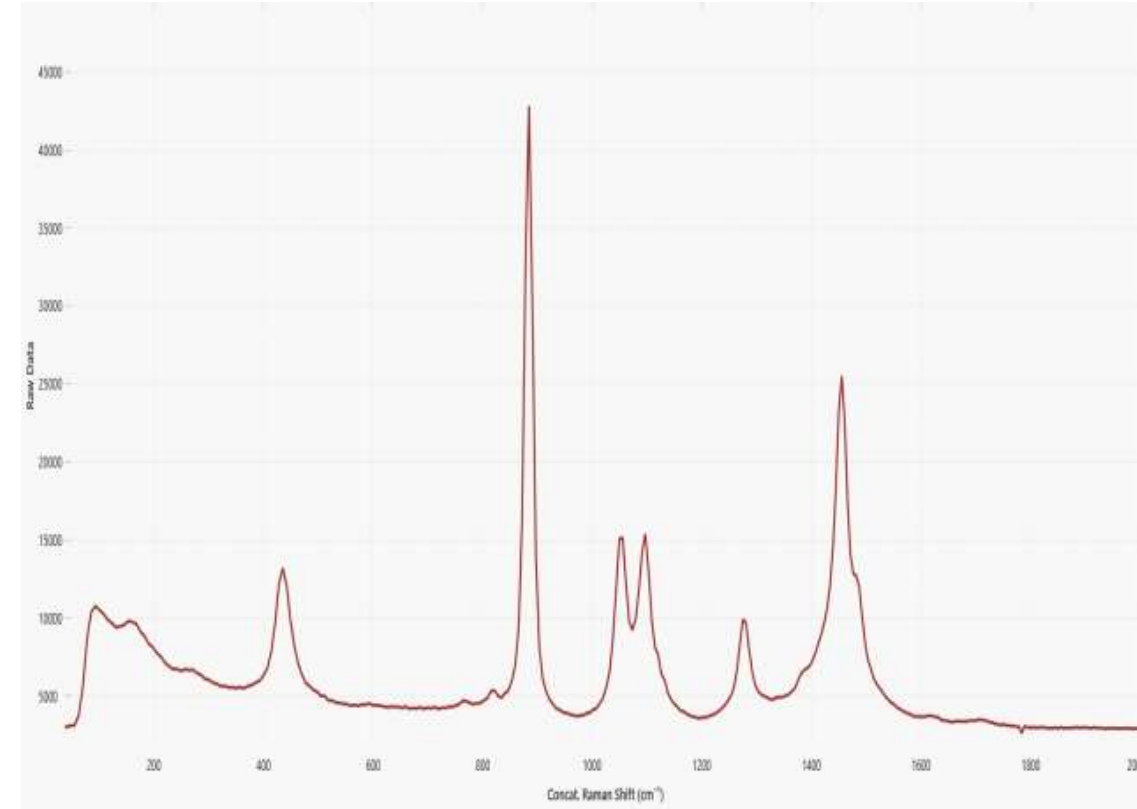
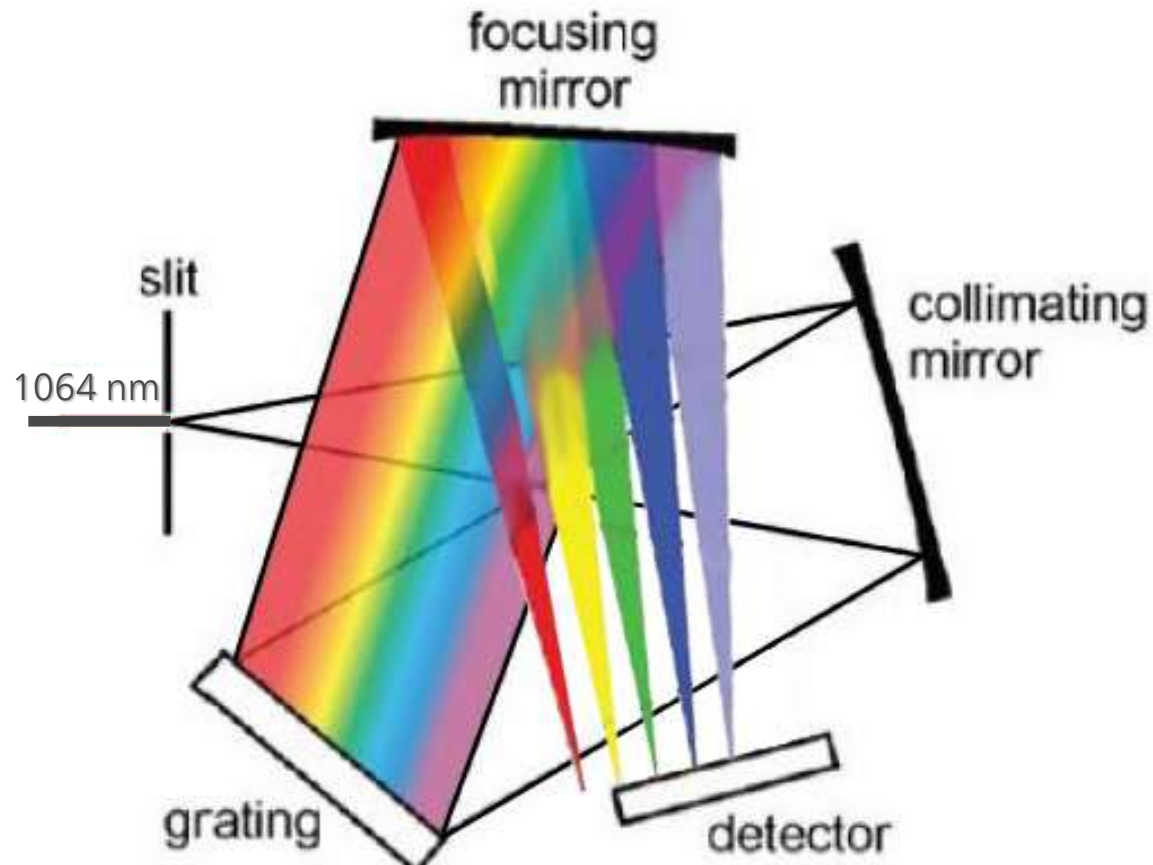


A large yellow circle is centered on a white background. Inside the circle, the text "Comment obtenir un spectre Raman complet en limitant la fluorescence ?" is written in white, sans-serif font, arranged in seven lines.

Comment
obtenir un
spectre Raman
complet en
limitant la
fluorescence ?

Principe du Raman concaténé

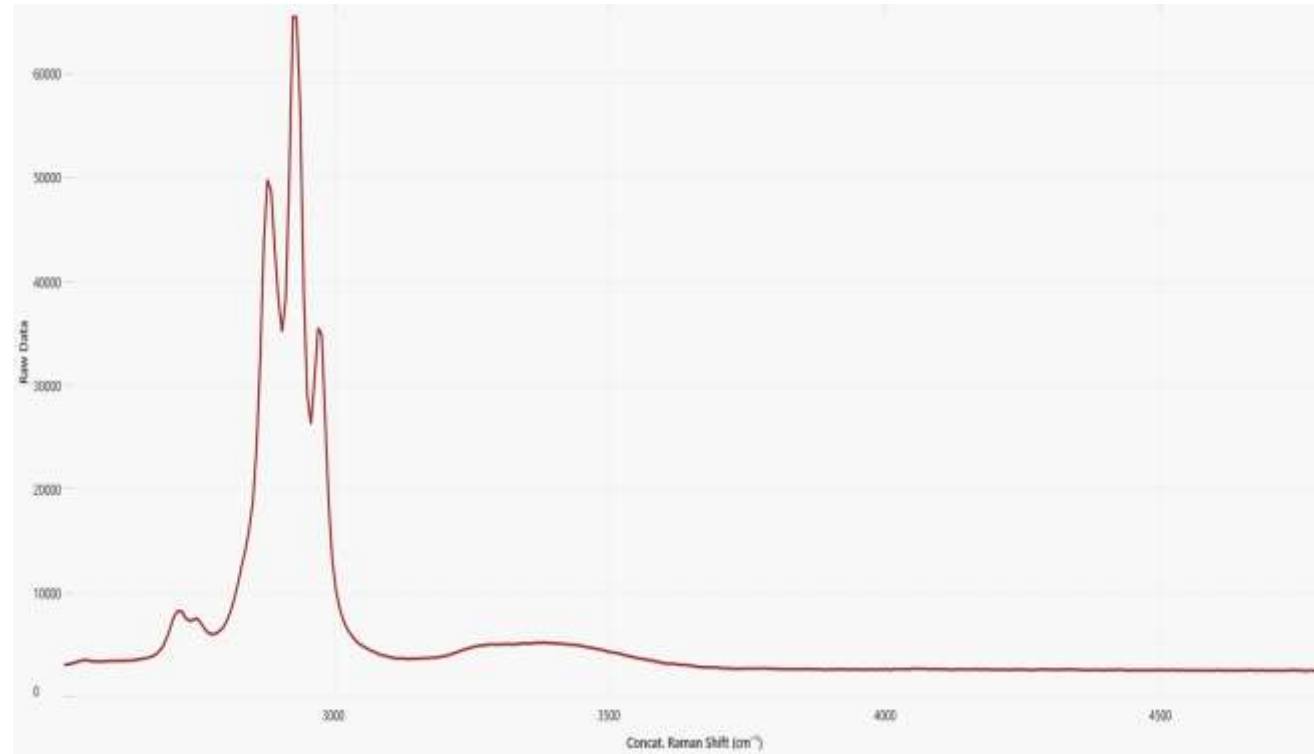
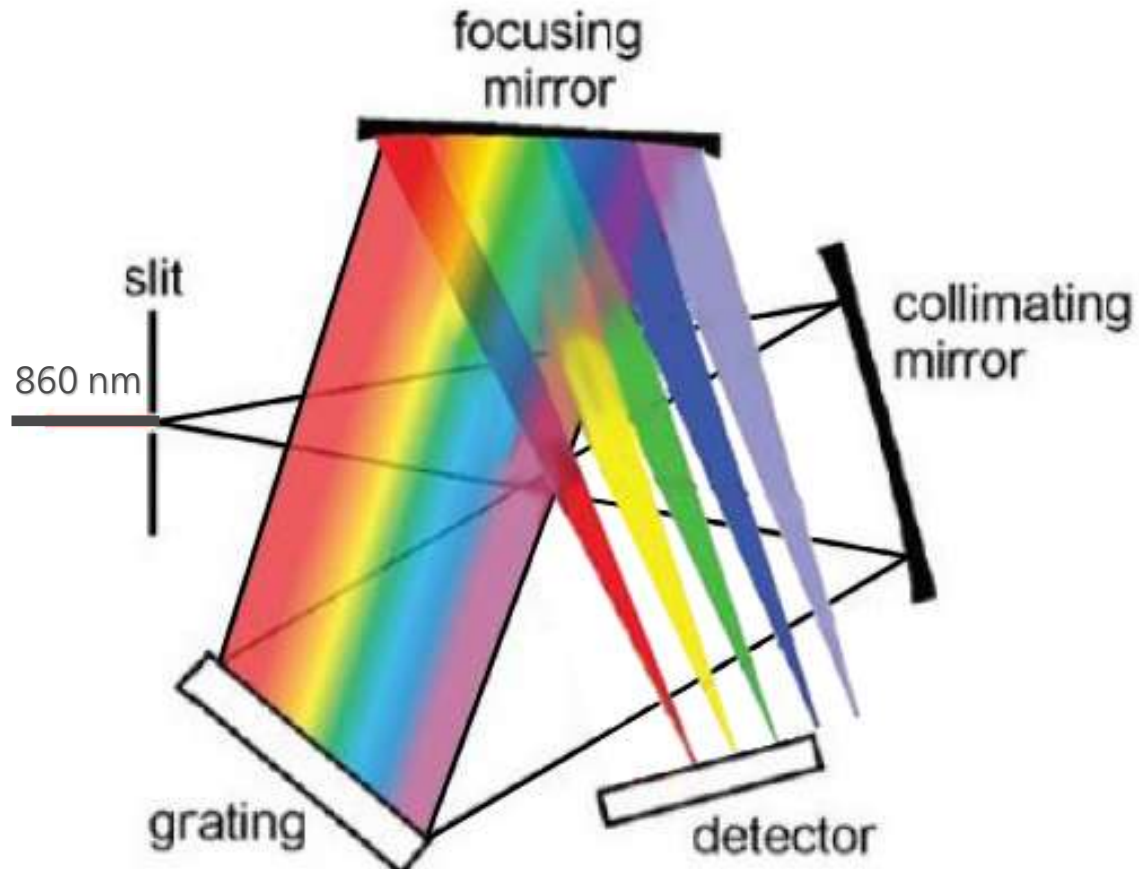
1. excitation laser à 1064 nm



Le 1^{er} laser à 1064 nm permet d'enregistrer la signature Raman dans la zone d'empreinte moléculaire [100 – 2600] cm⁻¹

Principe du Raman concaténé

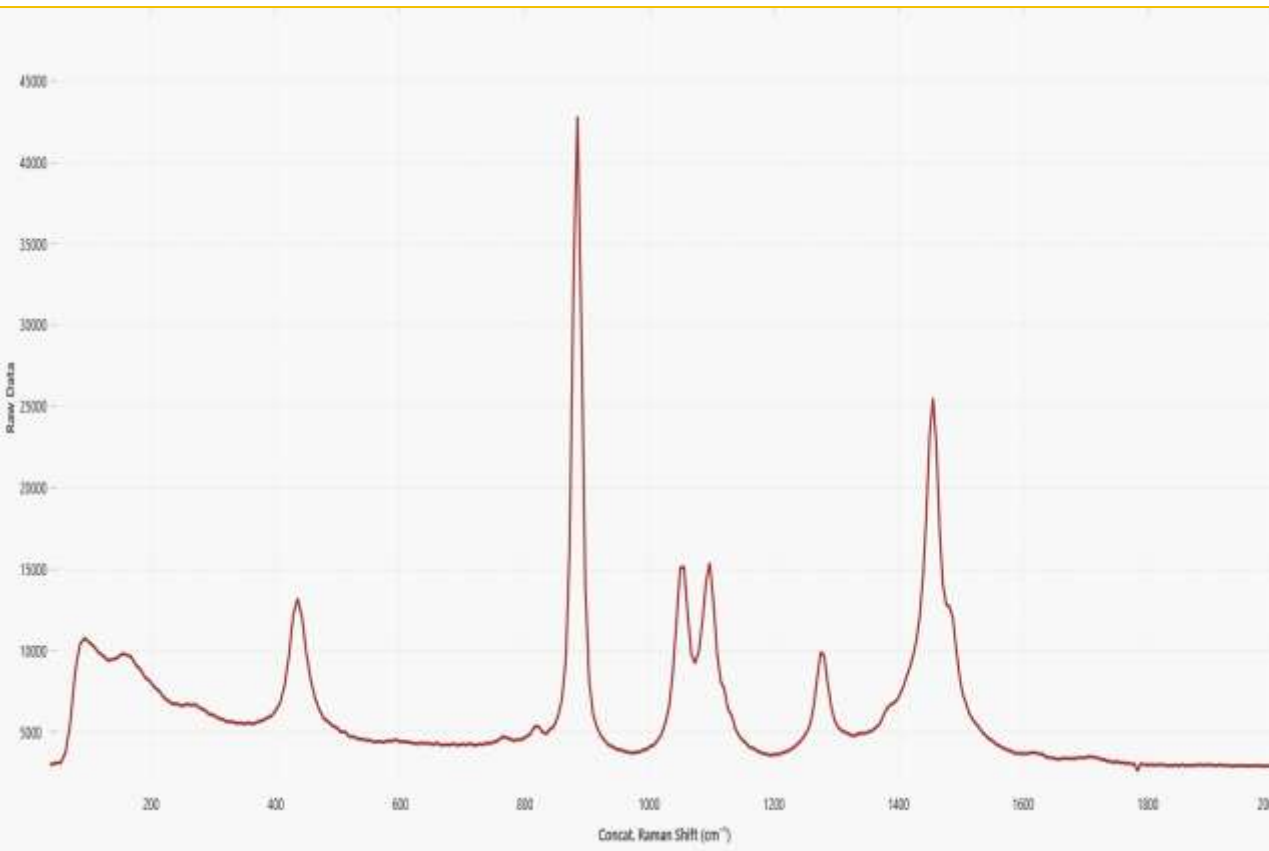
2. excitation laser à 860 nm



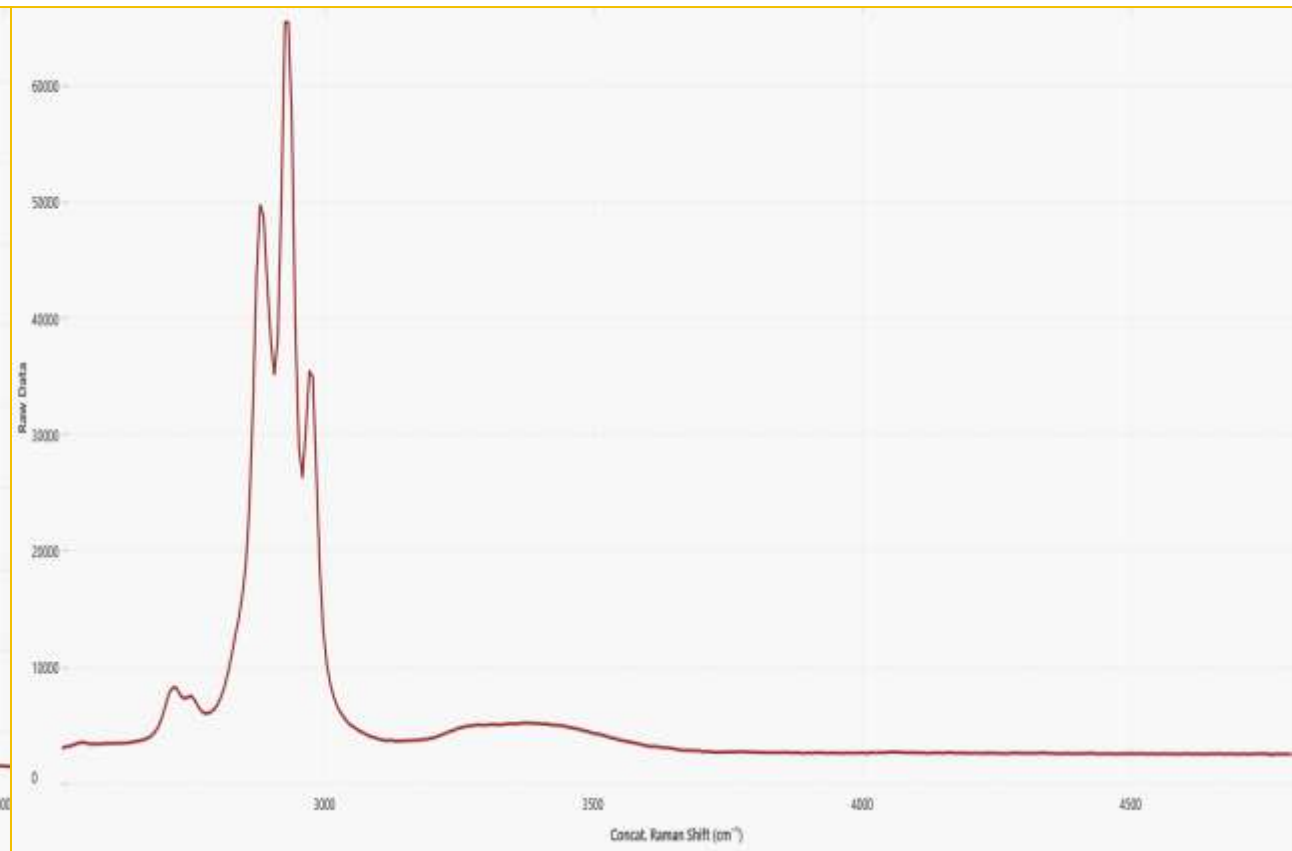
Le 2^{ème} à 860 nm permet d'enregistrer la signature Raman dans la zone des vibrations d'étirement [2600 – 4600] cm⁻¹

Principe du Raman concaténé

3. concaténation des 2 spectres



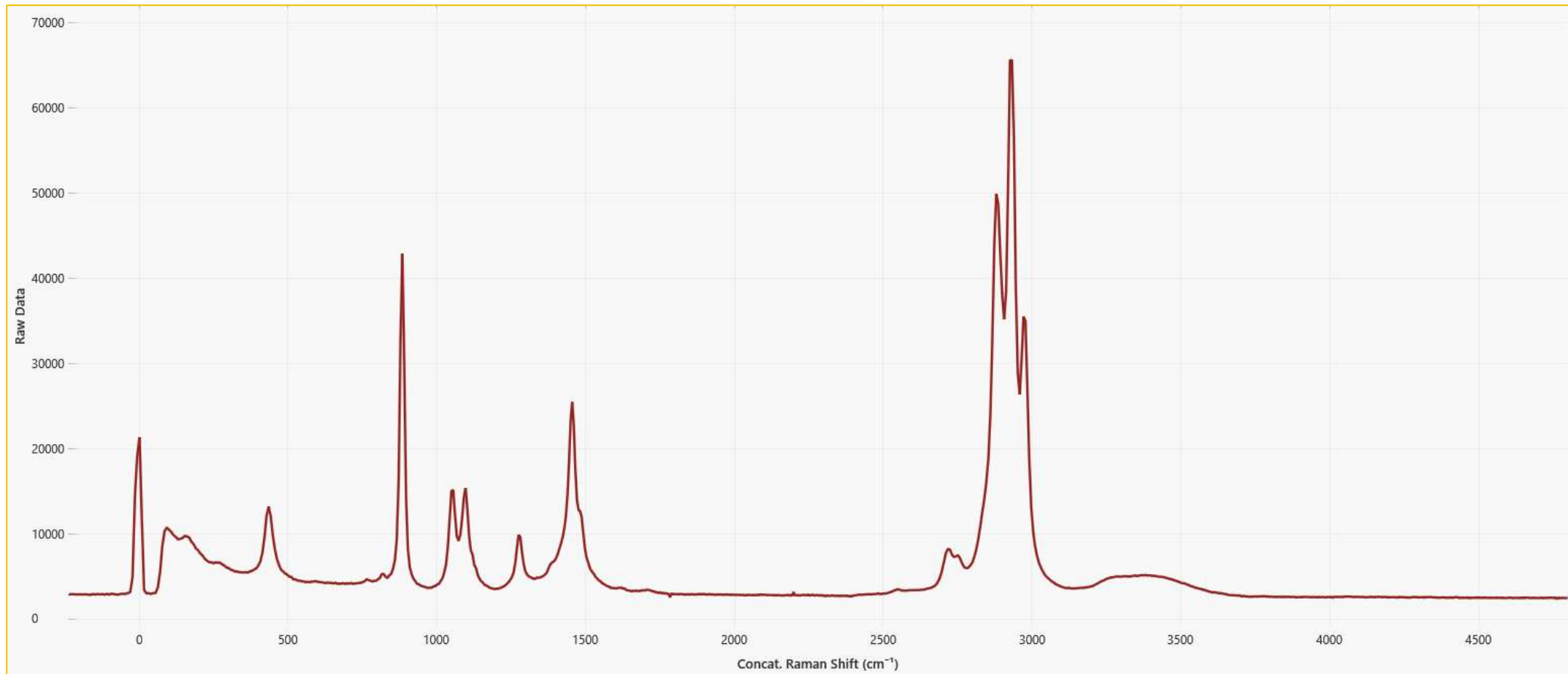
Laser 1064 nm
zone [100 – 2600] cm⁻¹



Laser 860 nm
zone [2600 – 4600] cm⁻¹

Principe du Raman concaténé

3. concaténation des 2 spectres



Spectre Raman concaténé : signature vibrationnelle complète entre 100 et 4600 cm⁻¹

Potentiel du Raman concaténé

La spectroscopie Raman concaténée offre des informations précieuses sur un large éventail de procédés chimiques inorganiques :

- ❑ **Ammoniac & Engrais** : bande N–H ($\sim 3300\text{ cm}^{-1}$) pour le suivi de la conversion et de la pureté
- ❑ **Acides, Bases & Électrolytes** : bande O–H ($3200\text{--}3650\text{ cm}^{-1}$) pour la concentration et l'analyse des liaisons hydrogène
- ❑ **Hydratation & Cristallisation** : O–H lié pour déterminer l'état d'hydratation des sels et le suivi de la progression de la cristallisation
- ❑ **Procédés Chlore-Soude & Électrolyse** : O–H et H–H ($\sim 4160\text{ cm}^{-1}$) pour la formation d'hydroxyde et l'évolution de l'hydrogène gazeux





QUESTIONS ?

Mathieu JOURDAIN
Metrohm France
mathieu.jourdain@metrohm.fr
06 35 55 00 35