

Accessoires d'échantillonnage ATR pour le spectromètre FTIR Agilent Cary 635

Une solution simple et polyvalente pour réaliser des mesures FTIR

Introduction

La réflexion totale atténuée (ATR) est la méthode d'échantillonnage la plus couramment utilisée en spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR). Ce succès s'explique par sa capacité à analyser rapidement et facilement toute une gamme d'échantillons, notamment des liquides, des solides, des poudres, des semi-solides et des pâtes. Le **spectromètre FTIR Agilent Cary 635** repose sur un concept modulaire polyvalent, où des modules d'échantillonnage optimisés avec précision sont montés à l'avant du bloc principal du FTIR Cary 635. Différents cristaux ATR sont utilisés en fonction de l'application ou de l'échantillon concerné. Une optique à alignement permanent permet de remplacer en quelques secondes un large éventail de modules, sans qu'aucun alignement ne soit nécessaire de la part de l'utilisateur. Le FTIR Cary 635 est compatible avec une large gamme de cristaux ATR et dispose d'une fonction de commutation instantanée d'un cristal ATR à un autre.

Pour la plupart des applications, des modules d'échantillonnage ATR à monoréflexion en séléniure de zinc (ZnSe), en diamant et en germanium (Ge) sont disponibles pour le FTIR Cary 635. Ces modules, utilisés avec une presse d'échantillonnage, sont parfaits pour l'analyse des matières solides, mais aussi des liquides, des pâtes et des gels. Le cristal de diamant est extrêmement résistant et constitue le meilleur choix pour les matériaux plus durs. Le cristal de ZnSe constitue un bon choix pour les solides plus tendres. Le cristal de Ge, dont la longueur de trajet optique est plus courte, constitue le meilleur choix pour les échantillons à fort pouvoir d'absorption. En outre, le module d'échantillonnage ATR ZnSe à réflexions multiples représente un excellent choix pour l'analyse des liquides, des pâtes et des gels, qui nécessitent une sensibilité accrue.

Comme ces technologies d'échantillonnage sont spécialement conçues pour le FTIR Cary 635, l'analyste peut faire entièrement confiance aux résultats, quel que soit le cristal ATR choisi pour son application. Cette conception sur mesure lui confère les meilleures performances, sensibilité et facilité d'utilisation parmi tous les spectromètres de sa catégorie.

Cette présentation technique passe en revue les cristaux ATR disponibles pour le spectromètre FTIR Cary 635 (figure 1). Elle indique quel cristal choisir pour un type d'échantillon donné et résume les applications typiques de la spectroscopie FTIR ATR avec le FTIR Cary 635.



Figure 1. Il est possible d'équiper le spectromètre FTIR Agilent Cary 635 des modules d'échantillonnage adaptés afin de répondre à tous les besoins analytiques. Le module d'échantillonnage ATR à diamant est idéal pour l'analyse FTIR des solides, des liquides, des gels et des poudres.

Fonctionnement

Dans l'échantillonnage ATR, la lumière infrarouge (IR) traverse un cristal, subit au moins une réflexion interne totale à l'interface cristal-échantillon, puis la lumière réfléchie atteint le détecteur FTIR. Lors de la réflexion interne, une partie de la lumière infrarouge pénètre dans l'échantillon, où elle peut être absorbée. La fraction de lumière qui pénètre dans l'échantillon est appelée onde évanescente. La différence d'indice de réfraction entre l'échantillon et le cristal ATR détermine la profondeur de pénétration de l'onde évanescente dans l'échantillon. On utilise plusieurs matériaux présentant des indices de réfraction variés comme cristaux ATR afin de tenir compte des différents types d'échantillons et des différentes exigences en matière de trajet optique.

ATR monoréflexion

Les mesures de monoréflexion permettent une réflexion unique du faisceau lumineux à l'intérieur du cristal (figure 2).

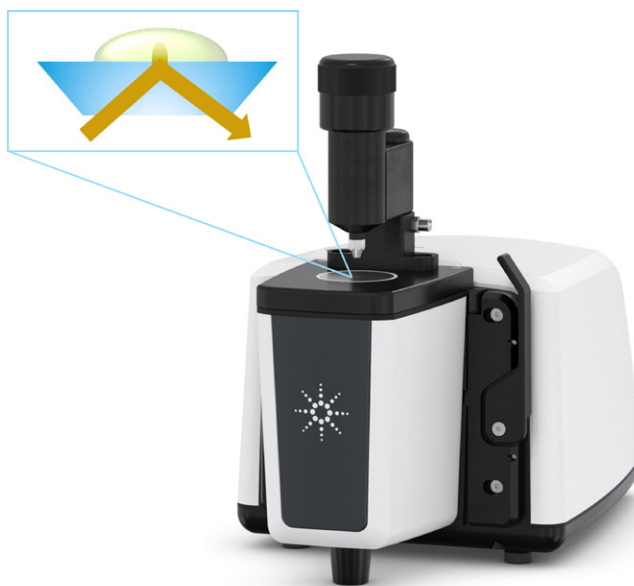


Figure 2. Accessoire ATR à monoréflexion pour le spectromètre FTIR Agilent Cary 635.

ATR à réflexions multiples

Au contraire, les cristaux ATR à réflexions multiples utilisent un cristal plus long, ce qui permet au faisceau lumineux d'être totalement réfléchi plusieurs fois par la surface de l'échantillon avant d'être détecté (figure 3). De ce fait, la lumière infrarouge interagit avec l'échantillon au niveau de chacun des points de réflexion, ce qui permet d'obtenir un trajet optique plus long. Cela permet d'augmenter la sensibilité de la mesure, une caractéristique idéale pour les applications exigeantes qui nécessitent une limite de détection plus basse et une collecte de données plus rapide.

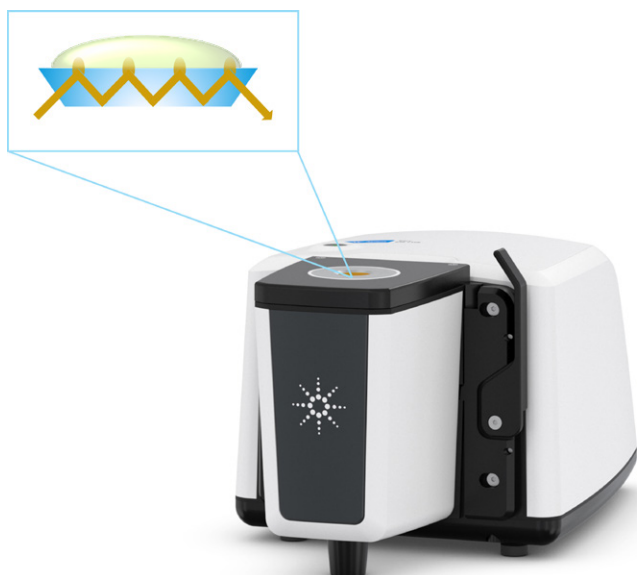


Figure 3. Accessoire ATR à réflexions multiples pour le spectromètre FTIR Agilent Cary 635.

Mesures d'échantillons

Pour analyser des échantillons liquides ou pâteux à l'aide des modules ATR, une petite goutte d'échantillon est déposée sur le cristal ATR. La mesure est effectuée et, une fois celle-ci terminée, il est possible, si nécessaire, de nettoyer le cristal à l'aide d'un solvant léger.

Pour analyser des poudres, des films fins ou d'autres échantillons solides, il suffit de placer l'échantillon sur le cristal ATR et de l'enfoncer à l'aide de la presse rotative afin d'assurer un contact optimal entre l'échantillon et le cristal. Après la mesure, l'échantillon peut être récupéré, une solution idéale pour les échantillons de faible volume ou coûteux. Si nécessaire, il est alors possible de nettoyer le cristal à l'aide d'un solvant léger.

La presse rotative des modules ATR monoréflexion applique la pression optimale adaptée au matériau du cristal ATR utilisé. La presse rotative peut pivoter à 360 degrés, pour faciliter l'accès au cristal ATR en vue du prélèvement d'échantillons ou du nettoyage. Il est également possible de démonter la presse lorsqu'elle n'est pas nécessaire (par exemple, lorsque seuls des échantillons liquides sont analysés). Le module ATR à réflexions multiples est destiné exclusivement aux échantillons liquides ; il ne nécessite donc pas de presse.

Cristaux ATR pour le FTIR Cary 635

Que vos applications nécessitent un cristal ZnSe, de diamant ou Ge à monoréflexion, ou encore un cristal ZnSe à réflexions multiples, le FTIR Cary 635 offre des performances de pointe. À la différence d'autres spectromètres FTIR qui utilisent des accessoires tiers, la technologie d'échantillonnage du FTIR Cary 635 a été spécialement conçue par les ingénieurs d'Agilent. Elle est en outre parfaitement adaptée aux caractéristiques optiques du spectromètre. D'une conception robuste et sans alignement, il permet un remplacement instantané des technologies d'échantillonnage ATR, de sorte que vous pouvez facilement vous adapter à tous les types d'échantillons. Les différents modules ATR destinés au spectromètre FTIR Cary 635 sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Modules ATR pour le spectromètre FTIR Agilent Cary 635.

Module ATR	Gamme de longueurs d'onde	Trajet optique efficace	Type d'échantillon	Presse rotative
Module ATR à monoréflexion en ZnSe	5 100 à 600 cm^{-1}	1,1 μm à 4 000 cm^{-1} 2,6 μm à 1 700 cm^{-1} 7,3 μm à 600 cm^{-1}	À l'état pur ou sous forme concentrée ; solides mous, pâtes, gels, liquides ; à l'exception des acides ou bases forts	Oui
Module ATR à réflexions multiples en ZnSe	5 100 à 600 cm^{-1}	5,5 μm à 4 000 cm^{-1} 13,0 μm à 1 700 cm^{-1} 36,5 μm à 600 cm^{-1}	Composants de niveau inférieur, solutions plus diluées ; pâtes, gels, liquides ; pas d'acides forts ni de bases fortes	Non
Module ATR à monoréflexion Di	6 300 à 350 cm^{-1} ^a 5 100 à 600 cm^{-1} ^b	1,1 μm à 4 000 cm^{-1} 2,6 μm à 1 700 cm^{-1} 7,3 μm à 600 cm^{-1}	Solides durs, particules, polymères, pâtes, liquides ; toutes les plages de pH	Oui
Module ATR à monoréflexion en Ge	5 100 à 600 cm^{-1}	0,15 μm à 4 000 cm^{-1} 0,36 μm à 1 700 cm^{-1} 1,02 μm à 600 cm^{-1}	Polymères chargés de noir de carbone	Oui

^a Moteur FTIR Cary 635 avec optiques KBr

^b Moteur FTIR Cary 635 avec optiques ZnSe

Modules ATR en sélénure de zinc (ZnSe)

Le ZnSe est un matériau de type semiconducteur utilisé depuis de nombreuses années comme élément de détection en ATR. Il est relativement dur, offre une large gamme de longueurs d'onde et est insoluble dans l'eau. Pour cette raison, il représente un excellent choix pour les solides souples, les pâtes, les gels et les liquides. Il permet d'analyser des solutions aqueuses dont le pH est compris entre 5 et 9. Le FTIR Cary 635 est disponible en deux variantes de la technologie d'échantillonnage au ZnSe : les cristaux à réflexions multiples et les cristaux à monoréflexion.

Module ATR à monoréflexion en ZnSe

En raison du trajet optique relativement court de la lumière infrarouge à l'intérieur de l'échantillon, ce cristal est idéal pour les échantillons purs, autrement dit, les échantillons relativement concentrés ou purs. Le module ZnSe à monoréflexion constitue un bon choix pour l'identification de matériaux plus tendres, ainsi que de liquides visqueux. Vous pouvez utiliser le FTIR Cary 635 lorsque vous mesurez des solides, tels que des films polymères. Le module ATR en ZnSe est représenté sur la figure 4.



Figure 4. Module ATR en sélénure de zinc pour le spectromètre FTIR Agilent Cary 635.

Module ATR à réflexions multiples en ZnSe

Les performances exceptionnelles du FTIR Cary 635, associées au trajet optique allongé du cristal ATR à réflexions multiples, en font un système de spectrométrie d'une sensibilité inégalée. Il est possible de mesurer les composants à faible concentration présents dans les pâtes, les gels et les liquides. Il est également possible d'analyser des solutés présents dans des solutions aqueuses diluées ou concentrées dont le pH est compris entre 5 et 9. Comme le cristal à réflexions multiples est légèrement encastré dans son support en inox, il convient parfaitement à l'analyse d'échantillons liquides non visqueux. Ce cristal convient parfaitement lorsque des mesures qualitatives ou quantitatives sont nécessaires. Son utilisation n'est pas recommandée avec des matériaux solides, car il fonctionne sans pince de pression. Le module ATR en ZnSe à réflexions multiples est représenté sur la figure 5.



Figure 5. Accessoire ATR à réflexions multiples en sélénure de zinc pour le spectromètre FTIR Agilent Cary 635.

Module ATR à monoréflexion (Di) à diamant

L'utilisation du diamant comme matériau pour l'ATR a révolutionné l'échantillonnage FTIR. Grâce à sa résistance aux rayures, ce cristal permet d'analyser facilement des échantillons plus durs, tels que les minéraux et les polymères plus durs. L'ATR à diamant résiste également aux acides forts et aux bases fortes, et est parfaitement adapté à la mesure de solutions aqueuses à pH élevé ou faible. L'ATR à diamant du FTIR Cary 635 est un cristal monoréflexion utilisé avec la presse à échantillon afin d'assurer un bon contact entre le matériau à analyser et la surface du diamant. En tant que cristal à monoréflexion, il convient parfaitement aux substances pures ou non mélangées se présentant sous forme de particules, de poudres ou d'autres matériaux durs. La conception unique de l'ATR en diamant du FTIR Cary 635 permet un flux énergétique élevé, et la combinaison du spectromètre et de la technologie d'échantillonnage au diamant offre généralement des performances supérieures à celles des autres systèmes FTIR courants. Le module ATR monoréflexion à diamant est représenté sur la figure 6.



Figure 6. Module ATR à monoréflexion à diamant pour le spectromètre FTIR Agilent Cary 635.

Module ATR à monoréflexion en germanium (Ge)

Le Ge est un élément semi-métallique, cassant et dur, doté d'un indice de réfraction élevé, ce qui réduit la profondeur de pénétration du rayonnement infrarouge. Le FTIR Cary 635 utilise un élément ATR en germanium à monoréflexion, particulièrement adapté à l'analyse de matériaux fortement absorbants ou comportant des composants à forte diffusion. Les échantillons tels que les polymères contenant du noir de carbone sont souvent analysés à l'aide du spectromètre ATR au germanium. Les joints toriques, les joints d'étanchéité et les pneus en caoutchouc noir sont autant d'exemples de matériaux qui se prêtent particulièrement bien à l'analyse réalisée à l'aide du module d'échantillonnage ATR par le FTIR Cary 635. Le module ATR en germanium à monoréflexion est représenté sur la figure 7.



Figure 7. Module ATR à monoréflexion en germanium pour le spectromètre FTIR Agilent Cary 635.

Exemples d'applications

L'analyse ATR est largement utilisée dans le monde industriel et universitaire pour un large éventail d'applications. Agilent propose de nombreuses notes d'application qui illustrent l'utilisation des modules ATR et présentent des comparaisons avec d'autres techniques d'échantillonnage disponibles. Vous trouverez ci-dessous un résumé de certaines des notes d'application actuellement disponibles. Une gamme complète d'applications est disponible sur le site Web d'Agilent.

Contrôle qualité des matériaux de conditionnement pharmaceutiques et conformité au chapitre <661.1> de l'USP

Cette étude porte sur l'utilisation de la spectroscopie FTIR pour l'analyse des polymères utilisés dans les emballages pharmaceutiques. Un module ATR à diamant a été utilisé pour mettre en évidence les différences entre les emballages de marque et les emballages génériques, ainsi que pour démontrer la détection de produits pharmaceutiques contrefaits. L'application du spectromètre FTIR aux réglementations de l'USP relatives aux emballages pharmaceutiques, décrites au chapitre <661.1> Matériaux plastiques de fabrication, a également été démontrée.

[Télécharger la note d'application complète.](#)

Détermination de la teneur en saccharose des céréales pour bébés

Cette étude a permis de déterminer la quantité de sucre présente dans plusieurs marques de céréales pour petit-déjeuner destinées aux enfants. Les échantillons de céréales ont été broyés en poudre puis déposés directement sur le module ATR à diamant afin de quantifier les concentrations en saccharose. Les résultats obtenus ont montré une très bonne corrélation avec les données HPLC issues des mêmes échantillons.

[Télécharger la note d'application complète.](#)

Identification et qualification rapides des produits pharmaceutiques

Cette étude souligne la sensibilité de l'analyse ATR-FTIR des produits pharmaceutiques pour la classification et l'évaluation de la pureté de certaines matières premières. Un module d'échantillonnage ATR à diamant a été utilisé pour analyser des échantillons d'acide acétylsalicylique pur et contaminé. Les fonctionnalités exclusives de définition de règles logiques de la suite logicielle Agilent MicroLab permettent d'identifier, de qualifier et de distinguer facilement les différentes qualités des matières premières et des ingrédients dans les applications pharmaceutiques.

[Télécharger la note d'application complète.](#)

Analyse des mélanges de carburants à l'aide d'un accessoire ATR à 5 rebonds en ZnSe

Cette étude a permis de déterminer la composition de divers mélanges de carburants. Un module ATR en ZnSe à réflexions multiples a permis d'analyser de manière reproductible des mélanges diesel/butanol, sans qu'il soit nécessaire de préparer les échantillons. Cela a permis d'obtenir des informations sur les phénomènes liés à la quantité et au mélange au niveau moléculaire.

[Télécharger la note d'application complète.](#)

Analyse de la teneur en alcool de désinfectants pour les mains

Un module ATR à diamant a été utilisé pour quantifier la teneur en alcool de désinfectants pour les mains. Le suite logicielle MicroLab a permis de mettre au point une méthode de contrôle qualité (CQ) de routine qui identifie automatiquement le type d'alcool et détermine avec précision sa concentration.



Figure 8. L'échantillon pur de désinfectant pour les mains est placé sur l'accessoire ATR. La suite logicielle MicroLab Agilent utilise des flux de travail guidé par des images pour aider les utilisateurs à suivre chacune des étapes de mesure, notamment le nettoyage et l'échantillonnage.

[Télécharger la brochure de l'application.](#)

Détection de médicaments contrefaits

Cette étude a utilisé un module ATR à diamant pour enregistrer les spectres infrarouges de comprimés pharmaceutiques authentiques et d'échantillons de placebo. Les spectres ont été comparés à ceux d'une bibliothèque complète de données IR à l'aide de la suite logicielle MicroLab. En ce qui concerne les médicaments importants et fréquemment contrefaits que sont le chlorhydrate d'éthambutol et le céfuroxime axétil, le spectromètre FTIR s'est révélé capable de distinguer de manière fiable les échantillons authentiques des échantillons contrefaits.

Informations complémentaires

- [Spectromètre FTIR Agilent Cary 635](#)
- [Logiciel de FTIR MicroLab](#)
- [MicroLab Expert](#)
- [Guide d'analyse par FTIR et applications](#)
- [Principes fondamentaux de la spectroscopie FTIR – FAQ](#)
- [Présentation de la spectroscopie ATR-FTIR](#)



[Télécharger la note d'application complète.](#)

Méthode automatisée de criblage par FT-IR pour l'identification de la cocaïne dans des échantillons de stupéfiants saisis

L'utilisation d'un module ATR à diamant a permis d'enregistrer les spectres infrarouges d'échantillons de cocaïne saisis. Associé à une méthode automatisée de la suite logicielle MicroLab, le spectromètre FTIR a permis de détecter la présence de cocaïne, avec une bonne corrélation par rapport à la concentration en cocaïne déterminée par HPLC. La configuration instrument-logiciel s'est avérée appropriée pour effectuer un contrôle préliminaire non destructif des stupéfiants saisis soupçonnés de contenir de la cocaïne.

[Télécharger la note d'application complète.](#)

www.agilent.com/chem/cary635

DE-011798

Ces informations peuvent être modifiées sans préavis.

© Agilent Technologies, Inc. 2022, 2026
Imprimé aux États-Unis, le 28 août 2026
5991-6858FR