



# Présentation de la GC-MS basse pression (LPGC-MS)

Utilisez le vide de votre système MS pour accélérer significativement vos analyses

- Analyse des multi-résidus de pesticides dans les aliments 3 fois plus rapide.
- Le kit LPGC, assemblé en usine et garanti sans fuites, s'installe aussi simplement qu'une colonne.
- Idéal pour les méthodes d'analyse GC-MS et fast GC-MS/MS.
- La ligne de transfert intégrée réduit le bruit de fond et le temps de stabilisation.

L'utilisation d'un spectromètre de masse comme détecteur en GC présente de nombreux avantages pour l'identification et la quantification des composés, mais les utilisateurs de GC-MS ont une autre opportunité jusqu'ici inexploitée : accélérer les analyses en utilisant le vide du système MS pour diminuer la pression dans la colonne. La proportion affectée dans la colonne GC dépend des paramètres de la colonne. Pour les dimensions classiques, l'effet de la pression se limite aux derniers mètres de la colonne. Toutefois, si la pression diminue dans toute la colonne, l'analyse peut être beaucoup plus rapide !

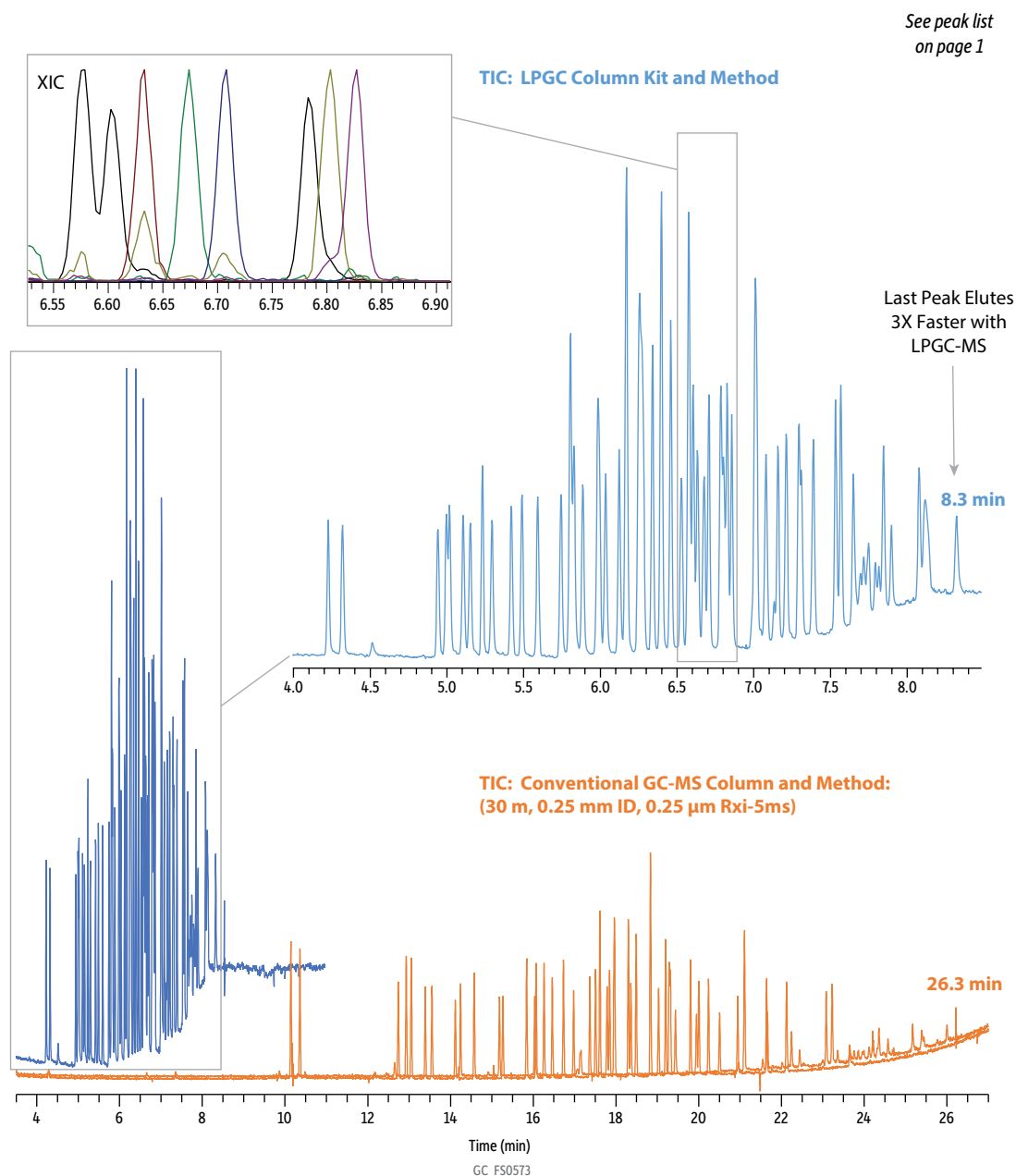
La GC-MS basse pression (LPGC-MS) est une technique qui utilise le vide du système MS, avec une configuration de colonnes spécialement conçue pour diminuer la pression à l'intérieur de la colonne entière, ce qui accélère considérablement l'analyse. En utilisant une colonne analytique de 0,53 mm, insérée directement dans le MS, et avec un restricteur de débit du côté de l'injecteur GC, la faible pression peut être maintenue à travers la colonne de 0,53 mm. Avec la LPGC-MS, l'analyse perd légèrement en efficacité au profit de la rapidité mais grâce à l'utilisation d'un spectromètre de masse, la plupart des composants coélus peuvent être déconvolués par le MS.

La Figure 1 montre un exemple de gains de performances possibles en termes de rapidité et de sensibilité, en abaissant la pression dans la colonne GC par rapport à une installation GC-MS conventionnelle. Sans surprise, cette technique s'appelle « vacuum-outlet GC » ou plus couramment « GC-MS basse pression » ou LPGC-MS. Cet article décrit comment utiliser la LPGC-MS et le kit de colonnes LPGC pour accélérer les analyses chromatographiques en phase gazeuse.

Peaks	Conc. (µg/mL)	tr (30 m)	tr (LPGC)	Peaks	Conc. (µg/mL)	tr (30 m)	tr (LPGC)	Peaks	Conc. (µg/mL)	tr (30 m)	tr (LPGC)
1. Chloroneb	0.4	10.337	4.225	22. trans-Chlordane	0.4	17.766	6.167	43. Endrin ketone	0.4	21.235	7.082
2. Pentachlorobenzene	0.4	10.562	4.320	23. 2,4'-DDE	0.4	17.871	6.171	44. Tetramethrin 1	0.4	21.245	6.990
3. α-BHC	0.4	12.956	4.939	24. Endosulfan I	0.4	18.052	6.249	45. Tetramethrin 2	0.4	21.388	7.018
4. Hexachlorobenzene	0.4	13.154	4.997	25. cis-Chlordane	0.4	18.109	6.256	46. Bifenthrin	0.4	21.402	7.011
5. Pentachloroanisole	0.4	13.273	5.017	26. trans-Nonachlor	0.4	18.218	6.279	47. Phenothrin 1	0.4	21.841	7.130
6. β-BHC	0.4	13.610	5.106	27. Chlorfenson	0.4	18.232	6.226	48. Tetradifon	0.4	21.939	7.211
7. δ-BHC	0.4	13.773	5.154	28. 4,4'-DDE	0.4	18.569	6.337	49. Phenothrin 2	0.4	21.956	7.157
8. γ-BHC	0.4	14.341	5.293	29. Dieldrin	0.4	18.630	6.395	50. Mirex	0.4	22.436	7.388
9. Tefluthrin	0.4	14.466	5.232	30. 2,4'-DDD	0.4	18.756	6.395	51. lambda-Cyhalothrin	0.4	22.545	7.293
10. Endosulfan ether	0.4	14.803	5.419	31. Ethylan	0.4	19.106	6.460	52. Acrinathrin	0.4	22.742	7.310
11. Transfluthrin	0.4	15.415	5.490	32. Endrin	0.4	19.116	6.550	53. cis-Permethrin	0.4	23.388	7.535
12. Heptachlor	0.4	15.504	5.592	33. Endosulfan II	0.4	19.303	6.528	54. trans-Permethrin	0.4	23.534	7.565
13. Pentachloroanisole	0.4	16.086	5.745	34. 4,4'-DDD	0.4	19.480	6.575	55. Cyfluthrin	0.4	24.065-24.310	7.698-7.745
14. Anthraquinone	0.4	16.279	5.803	35. 2,4'-DDT	0.4	19.562	6.603	56. Cypermethrins	0.4	24.436-24.677	7.793-7.847
15. Aldrin	0.4	16.317	5.803	36. cis-Nonachlor	0.4	19.592	6.633	57. Flucythrinate 1	0.4	24.677	7.844
16. 4,4'-Dichlorobenzophenone	0.4	16.511	5.827	37. Endrin aldehyde	0.4	19.715	6.674	58. Flucythrinate 2	0.4	24.898	7.899
17. Fenon	0.4	16.708	5.885	38. 4,4'-Methoxychlor olefin	0.4	20.079	6.708	59. Fenvalerate 1	0.4	25.500	8.079
18. Isodrin	0.4	16.987	5.980	39. Endosulfan sulfate	0.4	20.225	6.803	60. tau-Fluvalinate 1	0.4	25.715	8.113
19. Heptachlor epoxide	0.4	17.235	6.035	40. 4,4'-DDT	0.4	20.290	6.783	61. Fenvalerate 2	0.4	25.732	8.140
20. Bioallethrin	0.4	17.405	5.994	41. 2,4'-Methoxychlor	0.4	20.521	6.827	62. tau-Fluvalinate 2	0.4	25.773	8.113
21. Chlorbenside	0.4	17.626	6.123	42. Resmethrin	0.4	20.793	5.980	63. Deltamethrin	0.4	26.337	8.324

Chromatogramme et conditions analytiques page 2

**Figure 1 :** Cette analyse de pesticides dans les aliments est trois fois plus rapide avec la LPGC-MS qu'avec une configuration conventionnelle, même si l'efficacité de la colonne est légèrement inférieure. Grâce à cette vitesse linéaire plus élevée, les pics sont plus fins et donc plus hauts, ce qui peut augmenter la sensibilité. En outre, même si les pics sont nombreux et denses, la résolution avec le MS est généralement possible.



**Column Sample**  
GC multiresidue pesticide standard #2 (cat.# 32564)  
GC multiresidue pesticide standard #6 (cat.# 32568)

**Diluent:**  
Acetonitrile

**Conc.:**  
2 µg/mL

**Injection**  
Inj. Vol.: 2 µL split (split ratio 10:1)  
Liner: Topaz 4.0 mm ID straight inlet liner w/ wool (cat.# 23444)  
Inj. Temp.: 250 °C

**Oven**  
Carrier Gas: He

**Detector**  
TSQ 8000

**SIM Program:**  
35-550 m/z

**Transfer Line Temp.:**  
290 °C

**Analyzer Type:**  
Quadrupole

**Source Temp.:**  
330 °C

**Tune Type:**  
PFTBA

**Ionization Mode:**  
EI

#### Instrument Notes

Thermo Scientific TSQ 8000 Triple Quadrupole GC-MS  
**Conventional (30 m) Analysis:**  
Column: Rxi-5ms, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 µm (cat.# 13423)  
Temp. program: 90 °C (hold 1 min) to 330 °C at 8.5 °C/min (hold 5 min)  
Flow: 1.4 mL/min

**LPGC-MS Analysis:**  
Column: Low-pressure GC column kit (factory-coupled restrictor column [5 m x 0.18 mm ID] and Rtx-5ms analytical column [15 m, 0.53 mm ID, 1 µm plus 1 m integrated transfer line on the outlet end]; cat.# 11800)  
Temp. program: 80 °C (hold 1 min) to 320 °C at 35 °C/min (hold 5 min)  
Flow: 2 mL/min

## Pourquoi utiliser la LPGC-MS pour une analyse fast GC-MS ?

Qu'est-ce qui fait que la LPGC-MS est un choix avantageux parmi les possibilités qui permettent une analyse fast GC-MS ? Pour travailler avec un MS, les dimensions des colonnes habituellement utilisées sont 30 m x DI 0,25 mm. Ce format génère environ 120 000 plateaux théoriques, présente des débits de gaz vecteurs optimaux conformes aux capacités de la pompe à vide du MS et permet de maintenir une pression positive dans l'injecteur malgré la pression négative à la fin de la colonne.

Il existe plusieurs moyens d'augmenter la rapidité des analyses dans une colonne de 30 m x DI 0,25 mm avec un débit optimisé. Voici une comparaison de ces moyens par rapport à l'approche décrite à la Figure 1 avec la LPGC-MS.

### 1. Utiliser une colonne plus courte et plus fine

Une colonne de 10 m x 0,10 mm offre des performances similaires en terme d'efficacité (nombre de plateaux) et de pouvoir de résolution, par rapport à une colonne 30 m x 0,25 mm. En revanche, ces dimensions de colonne présente une très faible capacité et exige de très faibles concentrations ou volumes d'injection pour éviter la déformation des pics (« fronting » par exemple).

### 2. Utiliser une colonne de 30 m x 0,25 mm dans le MS avec un débit plus élevé

L'augmentation du débit est le moyen le plus facile de réduire le temps d'analyse. Mais pour obtenir une analyse trois fois plus rapide, un débit d'environ 12 ml/min est nécessaire, ce qui implique une pression d'environ 63 psi/4,34 bars dans l'injecteur. C'est un problème pour l'injection, la fréquence d'acquisition des données MS, et la capacité de la pompe MS.

### 3. Utiliser une colonne de 10 m x 0,25 mm avec un débit de gaz vecteur optimal

Une colonne trois fois plus courte présente environ 40 000 plateaux théoriques et devrait permettre des analyses 3 à 4 fois plus rapides, mais la pression d'entrée requise pour cette colonne est d'environ 0,35 psi (0,02 bar), ce qui est très difficile à contrôler. À ces pressions, l'injection en « split » est compliquée, il est presque impossible de couper la colonne car cela aurait un impact sur la pression et l'acquisition des données MS peut être difficile du fait de l'étroitesse des pics.

### 4. Utiliser un kit de colonnes LPGC

Le kit de colonnes LPGC se compose d'une colonne analytique de 15 m x 0,53 mm, couplée en usine à une colonne réductrice de 5 m x 0,18 mm. On obtient environ 30 000 plateaux théoriques dans cette configuration et l'on peut travailler à des débits standard d'environ 2 ml/min. Du fait du vide appliqué dans la colonne analytique de DI 0,53 mm, les vitesses linéaires optimales pour le gaz vecteur sont très élevées, ce qui permet d'obtenir des analyses très courtes (habituellement trois fois plus rapides que pour une colonne de 30 m x 0,25 mm). La largeur des pics est de 1,5 à 2 secondes, ce qui est suffisant pour l'acquisition de données MS. De plus, la colonne de 0,53 mm offre une plus grande capacité grâce à l'épaisseur de film de 1 µm de la Rtx-5ms.

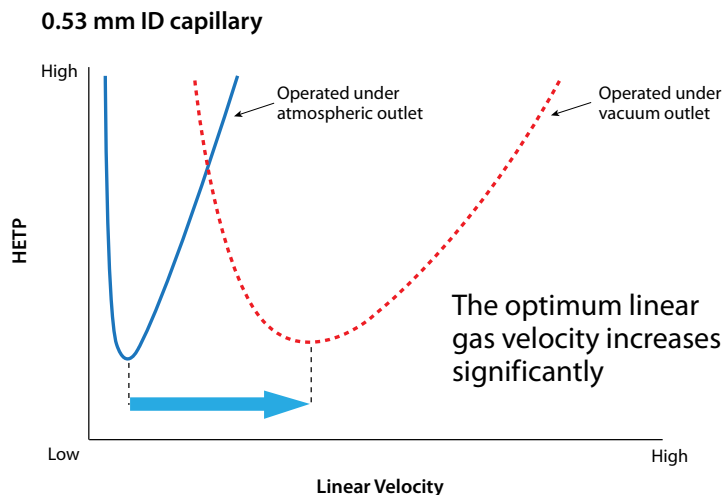
## Comment la LPGC-MS accélère-t-elle les analyses ?

Le concept de « basse pression » est au cœur des avantages de la LPGC-MS. Pour comprendre l'importance de la basse pression, il faut commencer par la notion de « vitesse linéaire optimale » de la colonne.

Dans toutes les colonnes GC, une certaine vitesse linéaire du gaz vecteur permet d'obtenir les analyses les plus efficaces. Si la vitesse linéaire est trop faible, les pics seront plus larges et la résolution moins bonne. Si elle est trop rapide, les différents composés de l'échantillon n'auront pas assez de temps pour interagir avec la phase stationnaire, ce qui entraîne ici aussi une perte de résolution. C'est pourquoi il est important d'utiliser les colonnes GC à la vitesse linéaire optimale du gaz vecteur pour obtenir le meilleur pouvoir de résolution du système chromatographique.

Il est important de comprendre que la valeur de la vitesse linéaire optimale dépend de la pression. Une baisse de pression dans la colonne GC diminue la viscosité du gaz vecteur, ce qui augmente la vitesse linéaire optimale (Figure 2). Pour une colonne donnée, cela donne une séparation très semblable en beaucoup moins de temps lorsque tout le reste demeure constant.

**Figure 2 :** Les courbes de Van Deemter montrent que l'efficacité maximale, ce qui correspond à la valeur HETP la plus faible, est obtenue à des vitesses linéaires plus élevées lorsque la pression est plus faible. (HEPT = hauteur équivalente à un plateau théorique)



Toutefois, il n'est pas facile de baisser la pression sur toute la longueur d'une colonne GC, en particulier pour les dimensions de colonnes habituellement utilisées pour les applications de GC-MS (30 m, DI 0,25 mm). Le paragraphe suivant décrit des solutions pratiques à certains problèmes qui peuvent apparaître lorsque l'on essaye de baisser la pression dans la colonne GC. Ces solutions impliquent d'utiliser un format de colonne spécifique qui compense le compromis entre l'efficacité chromatographique globale et les gains de vitesse significatifs de la LPGC-MS.

En effet, l'utilisation d'une colonne GC relativement courte avec un DI de 0,53 mm permet l'évacuation de la colonne quand elle est connectée à un spectromètre de masse. Or, les colonnes GC plus courtes au DI plus large ont par nature moins de plateaux théoriques (la mesure de l'efficacité de la colonne) qu'une colonne GC-MS plus longue au DI plus étroit. Par conséquent, les kits de colonnes LPGC-MS ont un pouvoir de résolution chromatographique plus faible qu'une colonne GC-MS plus longue et plus étroite. Cependant, le pouvoir de résolution spectral du spectromètre de masse compense cette perte de résolution chromatographique globale dans la plupart des cas.

### **Obstacles historiques**

La théorie de la GC basse pression est décrite dans la littérature scientifique depuis les années 1960 et a même été testée depuis dans des laboratoires du monde entier, mais elle n'a jamais été adoptée massivement. Pourquoi ? Qui ne voudrait pas obtenir des résultats semblables en moins de temps ? Traditionnellement, les freins à l'adoption de la LPGC-MS ne concernaient pas les problèmes de performances chromatographiques, en effet, les avantages de la technique sont largement reconnus [1, 15]. Les obstacles à son application émanent plutôt des difficultés concernant la configuration de l'instrument lui-même.

Historiquement, travailler avec de telles pressions réduites dans la colonne GC n'a jamais été facile à mettre en œuvre d'un point de vue expérimental. Il faut un moyen d'évacuer efficacement l'ensemble de la colonne GC à la sortie, tout en permettant à la pression de s'accumuler dans l'injecteur, ce qui n'a pas toujours été simple à réaliser.

La mise à profit du système de vide des spectromètres de masse couplés aux GC a été une bonne solution. Le vide qui pompe l'air et le gaz vecteur dans le MS peut aussi aider à diminuer la pression dans la colonne GC. Toutefois, pour obtenir une évacuation efficace de la colonne GC, des colonnes relativement courtes et larges étaient nécessaires, ce qui pose un problème pour maintenir la pression dans l'injecteur du GC. Si le vide se répand dans toute la colonne, il est difficile, voire impossible, d'obtenir une pression stable dans l'injecteur.

Ce problème a été résolu au début des années 2000, grâce à l'utilisation d'une « colonne réductrice » à l'entrée de la colonne analytique. Ce tube capillaire court et très étroit permet d'accumuler de la pression au niveau de l'injecteur du GC, tandis que le vide du MS peut diminuer efficacement la pression dans la colonne analytique. Cette solution était prometteuse, mais un nouveau problème est apparu : la connexion entre la colonne réductrice à la colonne analytique.

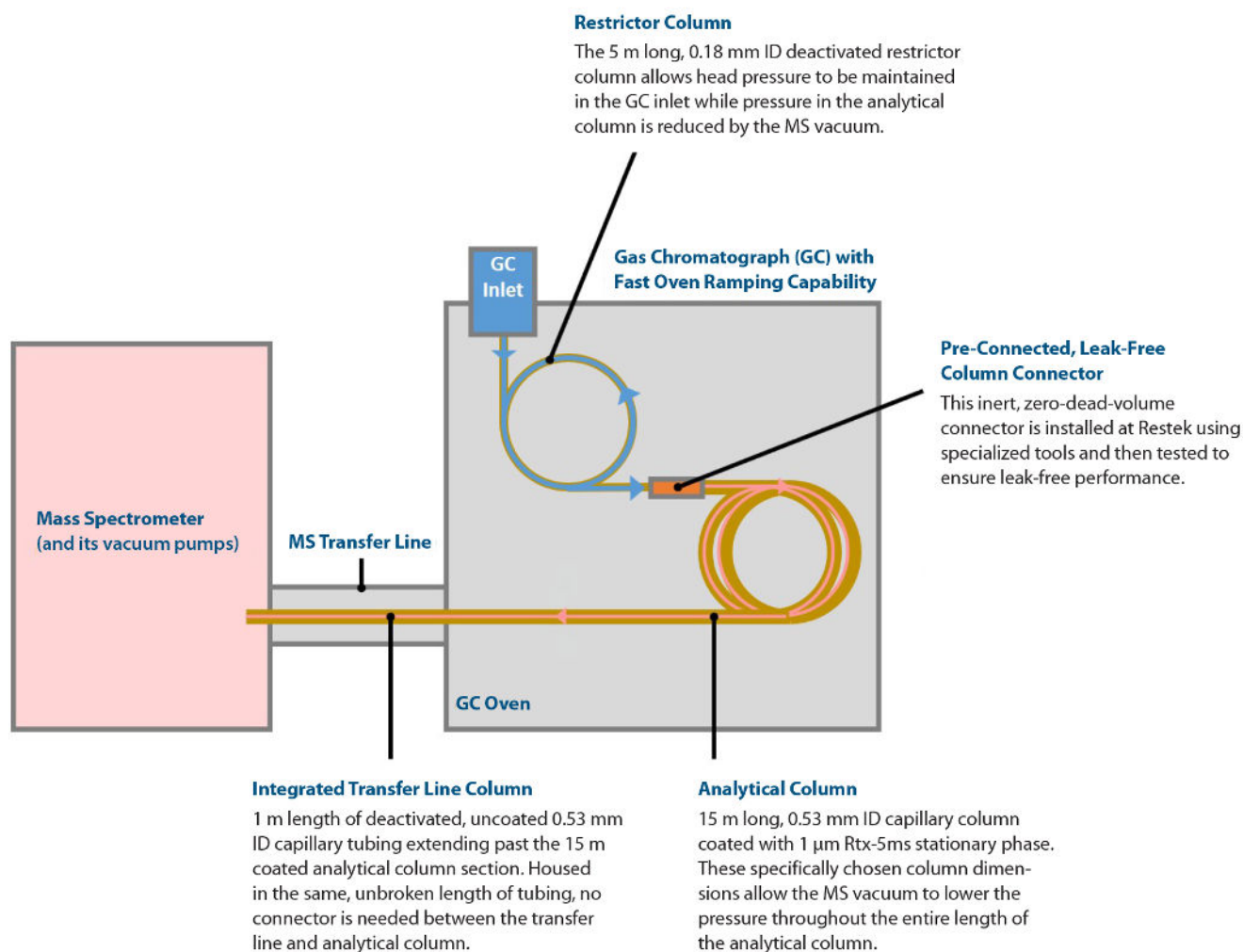
Dans les meilleures circonstances, le connecteur doit être extrêmement fiable et robuste pour supporter les conditions difficiles d'un four GC, mais la GC basse pression peut être particulièrement éprouvante et une défaillance au niveau du connecteur entraînerait très probablement le remplacement des colonnes et une nouvelle analyse des échantillons. À cause de cela et de la difficulté inhérente aux connexions entre des colonnes de diamètre différent (par exemple : DI 0,18 mm vers DI 0,53 mm), de nombreux utilisateurs considèrent que l'installation d'un système de LPGC-MS est trop compliquée pour une utilisation routinière.

Malgré les nombreuses démonstrations du gain de temps considérable offert par la LPGC-MS, un grand nombre de ces problèmes sont restés des freins à l'adoption généralisée de cette technique. Restek est fier de proposer une solution à ces difficultés, grâce à son kit de colonnes GC basse pression (LPGC) assemblé en usine.

### **Des solutions simples - Le kit de colonnes LPGC**

Le kit de colonnes LPGC permet de surmonter les difficultés qui étaient habituellement un frein à la mise en place, en simplifiant l'installation des systèmes de LPGC-MS et tirer parti du gain de vitesse qu'il représente. Le kit de colonnes LPGC rend cette technique plus facile car il présente un assemblage robuste et sans volume mort, réalisé en usine, de la colonne réductrice nécessaire, et de la colonne analytique adéquate. Il comprend aussi une ligne de transfert intégrée (Figure 3). Le kit de colonnes LPGC a été conçu spécifiquement pour une installation rapide, et chaque kit est testé pour garantir une étanchéité parfaite, afin que l'installation d'un système de LPGC-MS soit désormais aussi simple qu'un changement de colonne.

**Figure 3 : Composants du kit de colonnes GC basse pression**



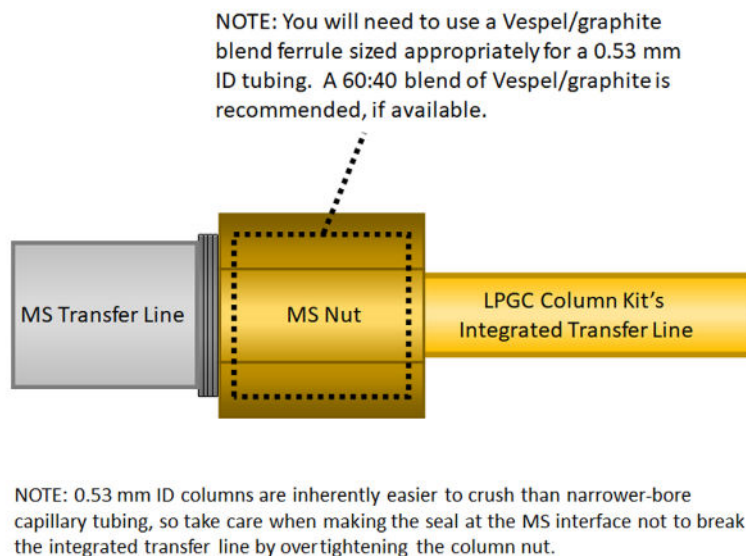
Dans le kit de colonnes, un tube Hydroguard désactivé de 5 m et DI 0,18 mm sert de colonne réductrice du côté de l'injecteur. Il se raccorde directement à l'injecteur du GC et lui permet d'établir et de maintenir une pression stable. La colonne réductrice est pré-raccordée à la colonne analytique avec un connecteur inerte à faible volume mort et à faible masse thermique qui reste étanche pendant des centaines d'analyses avec des gradients de température. Ce raccordement fait partie du procédé de fabrication de Restek, afin de garantir l'union stable et étanche essentielle au succès des analyses LPGC-MS.

Les dimensions de la colonne analytique ont été choisies spécifiquement pour permettre au système de vide du MS de réduire la pression dans toute la colonne, afin d'obtenir des analyses efficaces en moins de temps qu'avec une colonne conventionnelle de 30 m x DI 0,25 mm. La phase de type "-5" et l'épaisseur de film rendent cet ensemble particulièrement polyvalent.

En plus de la colonne réductrice et de la colonne analytique, le kit de colonnes GC basse pression de Restek présente une autre caractéristique qui le rend parfait pour l'utilisation en GC-MS : une ligne de transfert intégrée. Les colonnes GC sont souvent installées directement dans le spectromètre de masse au moyen d'une ligne de transfert chauffée de manière indépendante, habituellement maintenue à une température constante et élevée. Dans ces conditions, même les phases stationnaires de colonnes GC les plus robustes subissent une dégradation. Pour améliorer les performances, le tube de 0,53 mm de la colonne analytique contient un mètre supplémentaire de surface désactivée sans phase après la portion greffée. Cette longueur non greffée fait office de ligne de transfert intégrée, et l'absence de phase stationnaire permet une stabilisation rapide, une réduction des bruits de fond, et un transfert plus rapide des analytes vers le détecteur. De plus, la ligne de transfert peut être réglée à une température plus basse, au choix, car aucune rétention d'analyte n'a lieu dans la section sans phase. Il est recommandé d'utiliser une ferrule Vespel/Graphite 60:40 de 0,8 mm (la taille adéquate pour les tubes de DI 0,53 mm) lors de l'installation dans le MS, et de veiller à ne pas écraser le tube LPGC à cause d'un serrage excessif de l'écrou (Figure 4).



**Figure 4 :** Pour obtenir les meilleures performances, utiliser une ferrule Vespel/Graphite 60:40 de 0,8 mm pour un tube de DI 0,53 mm et ne pas serrer l'écrou MS de manière excessive.



Pour profiter pleinement de tous les avantages de la LPGC-MS, le four GC doit être capable de chauffer à des rampes de températures de 30 à 40 °C/min, même au-delà de 300 °C. Aux États-Unis, de nombreux fours GC utilisent une tension secteur de 120V. Or, ces fours de 120V ne fournissent pas des rampes suffisantes pour profiter des meilleurs avantages de la LPGC-MS en matière de rapidité, contrairement aux instruments qui fonctionnent à 200 V et plus. Cependant, les fours 120V peuvent y parvenir à l'aide du kit "Oven Accelerator" pour GC de Restek (réf. 23849). Cet accessoire permet de réduire facilement le volume du four, afin que les instruments fonctionnant à 120V puissent augmenter leur rampe de température plus rapidement. La LPGC-MS peut aussi être utilisée avec des montées en température plus douces, mais elle ne permettra alors pas de réduire le temps d'analyse autant qu'avec des instruments capables de chauffer rapidement à haute température.

### Investir dans le développement de méthodes pour obtenir d'excellentes performances

Même si le kit de colonnes LPGC rend l'installation et la configuration aussi facile qu'avec une colonne GC classique, la mise en œuvre de la LPGC-MS exige de consacrer un certain temps au développement de méthode en amont. Toutefois, l'investissement initial lié à la mise en place de la méthode LPGC-MS et le maintien de la méthode exigé à chaque changement de colonne sont largement compensés par les centaines d'analyses réalisées bien plus rapidement qu'avec une méthode conventionnelle.

L'une des premières choses à faire lors de l'installation d'un kit de colonnes LPGC consiste à configurer les dimensions de la colonne dans le logiciel du GC. Même si le GC est capable de définir des colonnes avec plusieurs segments, il est recommandé d'utiliser uniquement la longueur et le diamètre interne de la colonne réductrice pour définir les dimensions de la colonne dans le logiciel d'acquisition.

Le passage d'une mise au point de méthode pour une colonne GC-MS conventionnelle au kit de colonnes LPGC peut être très simple : il peut suffire d'utiliser les températures de début et de fin de la méthode conventionnelle, puis de multiplier les vitesses existantes de montée en température par 2 à 4, selon les capacités de montée en température du GC. Il peut aussi être avantageux d'ajuster les débits de la méthode, en prenant garde de ne pas introduire un débit trop élevé dans le spectromètre de masse. Si le débit est trop élevé, cela peut entraîner une perte de sensibilité du MS. Il est également recommandé de régler le spectromètre de masse selon les mêmes conditions de débit que pour la méthode LPGC-MS la plus rapide.

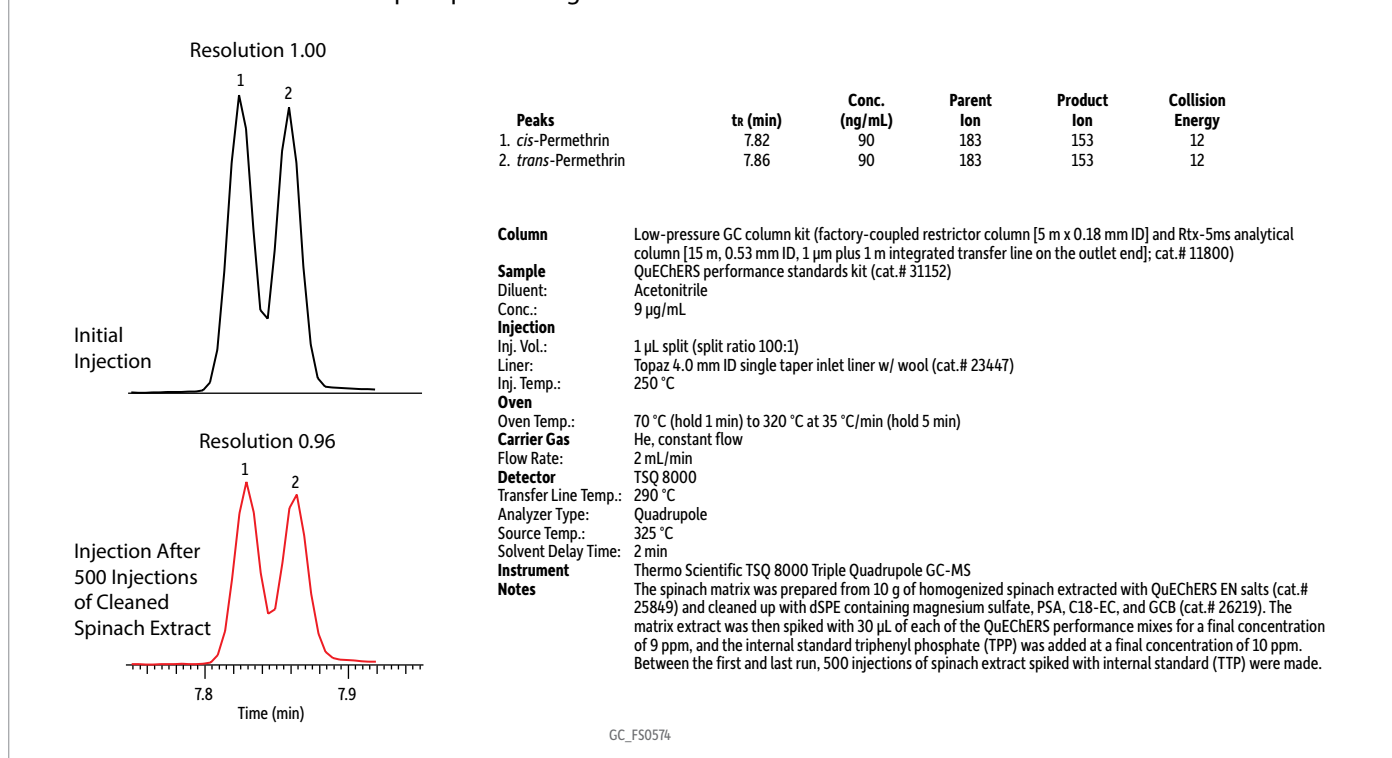
Une fois la méthode LPGC-MS établie, la résolution globale peut diminuer légèrement. Toutefois, cette diminution peut être compensée en utilisant la capacité du spectromètre de masse à résoudre les coélutions chromatographiques. Attention, cependant, si la méthode d'origine contient des composés qui ont des ions spécifiques en commun et dont l'élution est très proche, leur séparation doit faire l'objet d'une attention particulière pendant le développement de la méthode LPGC-MS. En cas de coélution, si le MS n'offre pas de résolution spectrale, la méthode peut exiger un développement plus approfondi.

Les programmes de translation de méthodes en ligne permettent de calculer les nouvelles conditions de méthodes pour différentes tailles de colonnes. En revanche, ils ne permettent pas de calculer les conditions des nouvelles méthodes GC basse pression. La translation de méthode d'une colonne GC-MS classique à un kit de colonnes LPGC avec un programme en ligne n'est pas chose facile. Un développement de méthode plus approfondi est nécessaire. Mais si cette méthode permet d'augmenter considérablement la cadence de traitement des échantillons, ce développement de méthode est un investissement valable.

## Une solution fiable pour la mise en œuvre de la LPGC-MS

La mise en œuvre d'une nouvelle technique peut être risquée, surtout si la cadence de travail est soutenue et que le laboratoire reçoit constamment de nouveaux échantillons à analyser. Pour que le risque soit payant, il est essentiel d'avoir confiance en la stabilité de la nouvelle méthode. Lorsqu'une méthode LPGC-MS réussie a été mise au point et que le kit de colonnes a été installé, il faut être sûr que le système va continuer de fonctionner de manière fiable de façon pérenne. Les kits de colonnes LPGC offrent des performances stables après plusieurs centaines d'injections, comme le montre la Figure 5 ci-dessous.

**Figure 5 :** Même après 500 injections d'extraits d'épinards en LPGC-MS, la résolution, la forme des pics et les temps de rétention de ces isomères restent presque inchangés sur toute la durée de l'étude.



Traditionnellement, l'une des parties les plus fragiles d'une solution LPGC-MS lors d'un couplage entre une colonne réductrice et une colonne analytique est la connexion elle-même. L'environnement du four GC peut être rude pour les connexions des colonnes. Les cycles répétés à des températures très variées peuvent provoquer des expansions et des contractions irrégulières entre les différents matériaux qui composent les colonnes et les connecteurs. Les vibrations des ventilateurs des fours GC pendant les périodes de refroidissement peuvent aussi imposer une contrainte considérable sur les connecteurs. Or, une fuite au niveau du connecteur peut être catastrophique pour une série d'échantillons, car elle peut nécessiter de recommencer l'analyse et souvent aussi de remplacer la colonne. Avec l'influence du vide du MS au niveau du connecteur dans les conditions de la LPGC, la stabilité de cette connexion devient cruciale.

C'est à cause de ces difficultés que la solution LPGC de Restek est proposée sous la forme d'un kit préassemblé. Nous avons exhaustivement testé différentes techniques de connexion entre les colonnes au fil des années, et le connecteur inerté à faible volume mort et à faible masse thermique utilisé dans le kit de colonnes GC basse pression est robuste et reste étanche, même après une utilisation prolongée. Nos ingénieurs de fabrication spécialement formés établissent cette connexion de manière fiable avec des outils spécifiquement dédiés, et chaque colonne est testée pour vérifier l'absence de fuite dans le cadre du contrôle de la qualité, avant d'être mise en stock.

Avec l'absence de déformation des pics ou de variabilité de la réponse, la Figure 5 montre indirectement qu'aucune fuite ne s'est formée pendant plus de 500 cycles dans le four, au cours de l'étude menée pendant toute la durée de vie de la colonne. Le Tableau I montre l'évaluation de l'étanchéité du système GC-MS/MS au cours de l'expérience, directement au niveau du spectromètre de masse.

Bien que les kits de colonnes LPGC aient une longue durée de vie prévue, ils ont besoin d'une maintenance occasionnelle en fonction du nombre et du type d'échantillons analysés, ainsi que du type de préparation d'échantillons réalisée. Comme pour une colonne GC-MS conventionnelle, il peut être nécessaire de couper une partie de la colonne si le remplacement des consommables de l'injecteur (par exemple, les inserts et les joints) ne suffit pas pour restaurer les performances du système. En revanche, contrairement aux colonnes GC-MS conventionnelles, ce n'est pas la section de la colonne analytique qui est coupée dans le kit de colonnes LPGC. Il suffit de couper la partie de la colonne réductrice où les résidus d'échantillons se sont accumulés. Une coupe de 10 à 30 cm de la colonne réductrice, du côté de l'injecteur, devrait rétablir les performances, mais nous recommandons de couper seulement le strict nécessaire car la colonne réductrice ne mesure que 5 mètres de longueur. Au-delà de 3 mètres de coupe au total, il peut être difficile de maintenir une pression stable dans l'injecteur du GC. Si la section coupée est trop longue, l'isolation de l'injecteur fournie par la colonne réductrice risque d'être insuffisante pour empêcher le vide du MS d'affecter l'injecteur du GC.

**Table I:** Résultats de la recherche de fuites dans le spectromètre de masse lors d'une étude sur 500 injections réalisées pendant toute la durée de vie du kit de colonnes. La réponse du réglage du composé était régulière pendant toute l'étude et l'instrument a déterminé que les masses d'ions liées à la présence d'une fuite (c'est à dire m/z 18, 28 et 32 pour l'eau, l'azote et l'oxygène, respectivement) étaient à des niveaux suffisamment bas, ce qui indique que le système est resté étanche pendant toute la durée de l'étude.

# of Oven Cycles between 70-320 °C	% Leak Relative to Tuning Compound	Order of Magnitude of Tuning Compound (m/z 69) Intensity (10x)	Tuning Compound (m/z 69) Signal Full Width at Half Max (m/z)
0	5.03 % - Pass	10 <sup>7</sup>	0.70
100	4.69 % - Pass	10 <sup>7</sup>	0.71
200	4.08 % - Pass	10 <sup>7</sup>	0.71
300	3.85 % - Pass	10 <sup>7</sup>	0.71
400	3.40 % - Pass	10 <sup>7</sup>	0.71
500	4.59 % - Pass	10 <sup>7</sup>	0.72

À noter que, comme les temps de rétention changent lorsque la colonne réductrice est raccourcie, certains paramètres de la méthode doivent être modifiés. Il peut s'agir d'ajuster la longueur réelle de la colonne dans les paramètres du logiciel GC et de travailler au même débit. Ou bien on peut conserver la même longueur de colonne dans les paramètres du logiciel GC et ajuster manuellement le débit pour réduire la vitesse linéaire. Dans les deux cas, cela devrait prendre en compte la diminution de la longueur dû à la coupe de la colonne restrictive. Si cela est réalisé correctement, il ne devrait pas être nécessaire d'ajuster les paramètres d'intégration MRM, mais il faudra toujours le confirmer en amont de l'analyse des échantillons.

Quand il est temps de changer le kit de colonnes LPGC, il est recommandé de remplacer le kit complet plutôt que d'essayer de le démonter et d'établir de nouvelles connexions entre les colonnes. Cette solution est possible mais c'est justement en raison du risque de connexions faibles ou irrégulières que Restek propose le kit préassemblé. La connexion étanche fournie par le kit assemblé en usine est le moyen le plus facile, le plus rapide et le plus fiable de mettre en œuvre la LPGC-MS et de bénéficier de ses analyses plus rapides.

Lorsqu'un nouveau kit de colonnes LPGC est installé, les temps de rétention absolus des analytes cibles sont susceptibles d'être modifiés. Il peut s'agir d'un décalage de  $\pm 10$  secondes. La séparation relative entre les composés devrait rester cohérente d'un kit à l'autre, mais le décalage des temps de rétention absolus peut exiger une réaffectation des fenêtres de temps de rétention pour les analytes cibles. Si nécessaire, les fenêtres de temps de rétention peuvent être rétablies rapidement au moyen d'une simple analyse d'un étalon dans un solvant, en utilisant de grandes fenêtres de surveillance des ions pour être sûr de capter tous les analytes cibles. Il est également possible de modifier le débit du gaz vecteur pour s'adapter au temps de rétention souhaité.

### Une configuration simple et fiable pour la GC-MS basse pression

Il n'a jamais été aussi facile de tirer parti du vide du spectromètre de masse pour accélérer significativement les séparations en GC. Le kit de colonnes GC basse pression de Restek pour la « sortie de vide GC-MS » permet de transformer la productivité de l'instrument facilement et rapidement en changeant la colonne et en mettant à jour la méthode. Cette installation simplifiée permet d'augmenter le nombre d'échantillons traités par chacune des équipes, et le temps libre pour la maintenance de l'appareil, mais aussi de repousser d'importants investissements de capitaux pour l'acquisition d'un nouvel instrument capable de s'adapter à la charge de travail.

### References

- [1] B. Gruber, F. David, and P. Sandra, Trends Anal. Chem. 124, 115475 (2020).
- [2] S.J. Lehotay, J. de Zeeuw, Y. Sapozhnikova, N. Michlig, J. Rousova Hepner, J.D. Konschnik, LCGC North Am. 38, 457-466 (2020).
- [3] S.J. Lehotay, N. Michlig, and A.R. Lightfield, J. Agric. Food Chem. 68, 1468-1479 (2020).
- [4] L. Han, S.J. Lehotay, and Y. Sapozhnikova, J. Agric. Food Chem. 66, 4986-4996 (2018).
- [5] S.J. Lehotay and Y. Chen, Anal. Bioanal. Chem. 410, 5331-5351 (2018).
- [6] S.J. Lehotay, L. Han, and Y. Sapozhnikova, Anal. Bioanal. Chem. 410, 5465-5479 (2018).
- [7] Y. Sapozhnikova, J. Chromatogr. A 1572, 203-211 (2018).
- [8] J. Hinshaw, LCGC North Am. 35, 810-815 (2017).
- [9] L. Han, Y. Sapozhnikova, and S.J. Lehotay, Food Control 66, 270-282 (2016).
- [10] S.J. Lehotay, L. Han, and Y. Sapozhnikova, Chromatographia 79, 1113-1130 (2016).
- [11] J. de Zeeuw, S. Reese, J. Cochran, S. Grossman, T. Kane, and C. English, J. Sep. Sci. 32, 1849-1857 (2009).
- [12] K. Maštovska and S.J. Lehotay, J. Chromatogr. A 1000, 153-180 (2003).
- [13] M.S. Klee and L.M. Blumberg, J. Chromatogr. Sci. 40, 234-247 (2002).
- [14] K. Maštovska, S.J. Lehotay, and J. Hajšlova, J. Chromatogr. A 926, 291-308 (2001).
- [15] J. de Zeeuw, J. Peene, H.-G. Janssen, and X. Lou, J. High Res. Chromatogr. 23, 677-680 (2000).



## Kit de colonnes GC basse pression (LPGC)

Utilisez le vide de votre système MS pour accélérer significativement vos analyses.

- Analyse de multi-résidus de pesticides dans les aliments 3x plus rapide.
- Le kit assemblé en usine et sans fuite permet la mise en œuvre de la LPGC aussi simplement qu'un changement de colonne.
- Idéal pour accélérer les méthodes d'analyse GC-MS et GC-MS/MS.
- La ligne de transfert intégrée réduit le bruit de fond et le temps de stabilisation.

Le kit de colonnes GC basse pression de Restek a été spécialement conçu pour une installation rapide dans votre système GC-MS ou GC-MS/MS, afin de profiter plus facilement du gain de vitesse possible avec la GC-MS basse pression (LPGC-MS).

Ce kit se compose de deux colonnes assemblées en usine :

- Colonne réductrice : tube Hydroguard de 5 m de longueur et DI 0.18 mm
- Colonne analytique avec ligne de transfert intégrée : colonne analytique Rtx-5ms de 15 m, DI 0.53 mm, 1 µm avec ligne de transfert intégrée de 1 m à la sortie (16 m de longueur de tube de DI 0.53 mm au total).

Ces deux longueurs de tube (colonne réductrice de DI 0.18 mm et colonne analytique de DI 0.53 mm avec ligne de transfert intégrée) sont pré-assemblées par Restek au moyen d'un connecteur robuste, inerte et sans volume mort, puis testées individuellement pour garantir leur étanchéité pour les applications de LPGC-MS.

DI	Temp. Limites	Comprend	Qté	Réf.
<b>Kit de colonnes GC basse pression (LPGC)</b>				
-60 à 340/340 °C		Colonne réductrice (5 m x DI 0.18 mm) et colonne analytique Rtx-5ms (15 m, DI 0.53 mm, 1 µm plus 1 m)	Le kit	11800



11800

## Inserts d'injection GC Topaz

Les inserts d'injection GC Topaz bénéficient d'une technologie révolutionnaire et leur inertie permet d'accéder à des performances supérieures :

- **Désactivation** — une inertie parfaite pour des résultats d'analyses de traces fiables et précis avec des limites de détection toujours plus basses
- **Reproductibilité** — des contrôles à chaque étape de la fabrication et des tests poussés garantissent une fiabilité et des performances inégalées, quelle que soit la classe chimique des composés analysés.
- **Productivité** — une propreté inégalée qui permet l'optimisation du temps d'utilisation de l'appareil GC et un gain de productivité.
- **Satisfaction 100% garantie** — si un insert d'injection Topaz ne semble pas conforme aux caractéristiques décrites ci-dessus, nous nous engageons à l'échanger ou à vous créditer de son montant\*.

Breveté.

## Insert d'injection Topaz 4 mm "Gooseneck splitless" avec laine désactivée

pour GC Thermo TRACE 1300/1310 avec injecteurs SSL

DI x DE x Longueur	Remplissage	Qté	Equivalent à	Réf.
<b>Avec rétrécissement, désactivation premium, verre borosilicaté</b>				
4.0 mm x 6.5 mm x 78.5 mm	Laine de verre	Lot de 5	Thermo Fisher Scientific 453A1925-UI	23447

\* SATISFACTION 100% GARANTIE : si un insert Topaz n'est pas à la hauteur de vos attentes, contactez le service technique Restek en fournissant un échantillon de chromatogramme montrant le problème rencontré. Si nos experts GC ne peuvent vous aider à le résoudre de manière satisfaisante, nous procéderons à un échange (référence identique) ou vous créditerons d'un avoir correspondant au montant du produit ainsi que des instructions pour le retour de votre produit (Ne pas renvoyer de produit sans nous avoir préalablement contactés. Nous ne pouvons pas accepter les retours sans autorisation préalable.) Pour tout renseignement concernant notre politique de retours, consultez [www.restek.com/fr/pages/retours-et-garantie](http://www.restek.com/fr/pages/retours-et-garantie)





20211

## Ferrules en vespel/graphite pour colonnes capillaires pour écrous 1/16"

Description	DI de la ferrule	DI de la colonne	Taille des raccords	Matériau	Qté	Equivalent à	Réf.
Ferrules	0.8 mm	0.45/0.53 mm	1/16"	VG2, 60% Vespel/40% graphite	Lot de 10	Grace 5124716, 100/0.8-VG2	20213

## Kit GC "Oven Accelerator"

pour GC Agilent 5890, 6890, 7890 et 8890

- Pour obtenir plus rapidement la même séparation en GC : utilisé conjointement au traducteur de méthode EZGC, il permet d'adapter avec précision la méthode d'origine.
- Permet d'accélérer les analyses et d'augmenter la cadence de traitement des échantillons.
- Le kit "Oven Accelerator" s'installe facilement sans endommager la colonne GC ni impacter l'interface de la MS.



23849

Description	Appareil	Qté	Réf.
Kit "Oven Accelerator"	pour GC Agilent 5890, 6890, 7890 et 8890	Le kit	23849

## Étuis QuEChERS Q-Seps

- Quantités pré dosées. Qualité ultra-pure.
- Étuis étroits pouvant être introduits dans les tubes pour un transfert facile.
- Tubes prêts à l'emploi.
- Recommandés pour les méthodes QuEChERS AOAC (2007.1) et EN 15662.



25847

La préparation d'échantillons par les méthodes QuEChERS est rapide, facile et économique. Les produits de la gamme Q-Sep la rendent encore plus simple. Avec les étuis de phases d'extraction et les tubes prêts à l'emploi, il n'est plus besoin d'utiliser aucune verrerie. Les étuis étroits peuvent être introduits dans les tubes pour un transfert aisé et complet du contenu.

Description	Matériau	Méthode	Qté	Réf.
Kits d'extraction QuEChERS Q-Sep	4 g MgSO <sub>4</sub> , 1 g NaCl avec tubes pour centrifugation de 50 ml	Originale sans tampon	Lot de 50 doses et 50 tubes	25848
Doses QuEChERS Q-Sep	4 g MgSO <sub>4</sub> , 1 g NaCl	Originale sans tampon	Lot de 50 doses	25847
Kits d'extraction QuEChERS Q-Sep	4 g MgSO <sub>4</sub> , 1 g NaCl, 1 g TSCD, 0.5 g DHS avec tubes pour centrifugation de 50 ml	EN 15662	Lot de 50 doses et 50 tubes	25850
Doses QuEChERS Q-Sep	4 g MgSO <sub>4</sub> , 1 g NaCl, 1 g TSCD, 0.5 g DHS	EN 15662	Lot de 50 doses	25849
Kits d'extraction QuEChERS Q-Sep	6 g MgSO <sub>4</sub> , 1.5 g NaOAc avec tubes pour centrifugation de 50 ml	AOAC 2007.01	Lot de 50 doses et 50 tubes	25852
Doses QuEChERS Q-Sep	6 g MgSO <sub>4</sub> , 1.5 g NaOAc	AOAC 2007.01	Lot de 50 doses	25851

DHS – disodium hydrogen citrate sesquihydrate ; MgSO<sub>4</sub> – magnesium sulfate ; NaCl – sodium chloride ; NaOAc – sodium acetate ; TSCD – trisodium citrate dihydrate

## notes

Les certificats d'analyse de ces produits sont fournis par voie électronique. Pour visualiser et télécharger un certificat, consultez [www.restek.com/documentation](http://www.restek.com/documentation)

## Tubes QuEChERS Q-sep pour purification d'extraits par dSPE

Préparation rapide et simple des échantillons pour les analyses de multirésidus de pesticides

- Conditionnés par 10 dans des emballages protecteurs.
- Tubes prêts à l'emploi : pas de verrerie supplémentaire nécessaire.
- Phases ultra-pures prédosées.
- Compatibles avec les méthodes AOAC 2007.01, EN 15662 et les méthodes mini-multirésidus QuEChERS.



26215

Description	Matériau	Méthode	Type	Volume	Qté	Equivalent à	Réf.
<b>Fruits et légumes gras ou cireux (céréales, avocat, noix et graines, produits laitiers)</b>							
Tubes QuEChERS Q-sep pour purification d'extraits par dSPE	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 25 mg PSA, 25 mg C18-EC	Mini-multirésidue	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100	Agilent 5982-5121	26216
	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 50 mg C18-EC	—	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100		26242
	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 50 mg PSA, 50 mg C18-EC	AOAC 2007.01	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100		26125
	1200 mg MgSO <sub>4</sub> , 400 mg PSA, 400 mg C18-EC	AOAC 2007.01	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50	Agilent 5982-5158	26221
	1200 mg MgSO <sub>4</sub> , 400 mg C18-EC	—	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50		26244
	900 mg MgSO <sub>4</sub> , 150 mg PSA, 150 mg C18-EC	—	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50		26226
<b>Fruits et légumes non-gras et peu pigmentés (céleri, laitue, concombre, melon)</b>							
Tubes QuEChERS Q-sep pour purification d'extraits par dSPE	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 50 mg PSA	AOAC 2007.01	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100		26124
	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 25 mg PSA	Original unbuffered, EN 15662, mini-multirésidue	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100	Agilent 5982-5021	26215
	1200 mg MgSO <sub>4</sub> , 400 mg PSA	AOAC 2007.01	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50		26220
	900 mg MgSO <sub>4</sub> , 150 mg PSA	Original unbuffered, EN 15662	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50	Agilent 5982-5056	26223
<b>Usage général (autres denrées, notamment les fruits et légumes gras et pigmentés)</b>							
Tubes QuEChERS Q-sep pour purification d'extraits par dSPE	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 50 mg PSA, 50 mg C18-EC, 7,5 mg GCB	—	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100		26243
	900 mg MgSO <sub>4</sub> , 300 mg PSA, 300 mg C18-EC, 45 mg GCB	—	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50		26245
<b>Fruits et légumes fortement pigmentés (poivrons rouges, épinards, myrtilles)</b>							
Tubes QuEChERS Q-sep pour purification d'extraits par dSPE	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 25 mg PSA, 7,5 mg GCB	Mini-multirésidue, EN 15662	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100		26218
	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 50 mg PSA, 50 mg C18-EC, 50 mg GCB	AOAC 2007.01	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100		26219
	900 mg MgSO <sub>4</sub> , 150 mg PSA, 45 mg GCB	EN 15662	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50		26225
	900 mg MgSO <sub>4</sub> , 300 mg PSA, 150 mg GCB	—	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50		26126
<b>Fruits et légumes pigmentés (fraises, patates douces, tomates)</b>							
Tubes QuEChERS Q-sep pour purification d'extraits par dSPE	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 25 mg PSA, 2,5 mg GCB	Mini-multirésidue, EN 15662	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100		26217
	150 mg MgSO <sub>4</sub> , 50 mg PSA, 50 mg GCB	AOAC 2007.01	Tubes de 2 ml pour micro-centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 1 ml)	2 ml	Lot de 100		26123
	1200 mg MgSO <sub>4</sub> , 400 mg PSA, 400 mg C18-EC, 400 mg GCB	AOAC 2007.01	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50		26222
	900 mg MgSO <sub>4</sub> , 150 mg PSA, 15 mg GCB	EN 15662	Tubes de 15 ml pour centrifugation pour dSPE (purification d'un extrait de 6 et 8 ml)	15 ml	Lot de 50		26224

Note: Toutes les formulations dSPE ne font pas nécessairement référence à une méthode officielle. Néanmoins, ces produits peuvent être grandement utiles pour certains types d'échantillons.

### notes

Les certificats d'analyse de ces produits sont fournis par voie électronique. Pour visualiser et télécharger un certificat, consultez [www.restek.com/documentation](http://www.restek.com/documentation)

## Kit multi-résidus de pesticides pour GC-MS/MS

- Identification et quantification exacte des pesticides résiduels par GC-MS/MS dans les fruits, les légumes et les extraits de plantes et d'herbes comme le thé, le ginseng, le gingembre, l'échinacée, ainsi que les compléments alimentaires.
- 203 pesticides répartis en 9 solutions-étalons dont la composition garantit une parfaite stabilité de chaque composé (solutions-étalons également proposées individuellement).

32562



### Réf. 32563 : Solution-étalon multi-résidus de pesticides pour GC n°1 (16 composés)

*Composés organo-phosphorés*  
100 µg/ml de chaque composé dans le toluène, 1 ml/ampoule  
Azinphos ethyl (2642-71-9)  
Azinphos methyl (86-50-0)  
Chlorpyrifos (2921-88-2)  
Chlorpyrifos methyl (5598-13-0)  
Diazinon (333-41-5)  
EPN (2104-64-5)  
Fenitrothion (122-14-5)  
Isazophos (42509-80-8)  
Phosalone (2310-17-0)  
Phosmet (732-11-6)  
Pirimiphos ethyl (23505-41-1)  
Pirimiphos methyl (29232-93-7)  
Pyraclofos (89784-60-1)  
Pyrzophos (13457-18-6)  
Pyridaphenthion (119-12-0)  
Quinalphos (13593-03-8)

### Réf. 32564 : Solution-étalon multi-résidus de pesticides pour GC n°2 (40 composés)

*Composés organo-chlorés*  
100 µg/ml de chaque composé dans le toluène, 1 ml/ampoule  
Aldrin (309-00-2)  
α-BHC (319-84-6)  
β-BHC (319-85-7)  
δ-BHC (319-86-8)  
γ-BHC (Lindane) (58-89-9)  
Chlorbenside (103-17-3)  
cis-Chlordane (5103-71-9)  
trans-Chlordane (5103-74-2)  
Chlorfenson (Oxev) (80-33-1)  
Chloroneb (2675-77-6)  
2,4'-DDD (53-19-0)  
4,4'-DDD (72-54-8)  
2,4'-DDE (3424-82-6)  
4,4'-DDE (72-55-9)  
2,4'-DDT (789-02-6)  
4,4'-DDT (50-29-3)  
4,4'-Dichlorobenzophenone (90-98-2)  
Dieldrin (60-57-1)  
Endosulfan I (959-98-8)  
Endosulfan II (33213-65-9)  
Endosulfan ether (3369-52-6)  
Endosulfan sulfate (1031-07-8)  
Endrin (72-20-8)  
Endrin aldehyde (7421-93-4)  
Endrin ketone (53494-70-5)  
Ethylan (Perthane) (72-56-0)

Fenson (80-38-6)  
Heptachlor (76-44-8)  
Heptachlor epoxide (isomer B) (1024-57-3)  
Hexachlorobenzene (118-74-1)  
Isodrin (465-73-6)  
2,4'-Methoxychlor (30667-99-3)  
4,4'-Methoxychlor olefin (2132-70-9)  
Mirex (2385-85-5)  
cis-Nonachlor (5103-73-1)  
trans-Nonachlor (39765-80-5)  
Pentachloroanisole (1825-21-4)  
Pentachlorobenzene (608-93-5)  
Pentachlorothioanisole (1825-19-0)  
Tetradifon (116-29-0)

### Réf. 32565 : Solution-étalon multi-résidus de pesticides pour GC n°3 (25 composés)

*Composés organo-azotés*  
100 µg/ml de chaque composé dans le toluène:acétonitrile (99:1), 1 ml/ampoule  
Benfluralin (1861-40-1)  
Biphenyl (92-52-4)  
Chlorothalonil (1897-45-6)  
Dichlofluanid (1085-98-9)  
Dichloran (99-30-9)  
3,4-Dichloroaniline (95-76-1)  
2,6-Dichlorobenzonitrile (Dichlo-benil) (1194-65-6)  
Diphenylamine (122-39-4)  
Ethalfuralin (55283-68-6)  
Fluchloralin (33245-39-5)  
Isopropalin (33820-53-0)  
Nitrilin (4726-14-1)  
Nitrofen (1836-75-5)  
Oxyfluorfen (42874-03-3)  
Pendimethalin (40487-42-1)  
Pentachloroaniline (527-20-8)  
Pentachlorobenzonitrile (20925-85-3)  
Pentachloronitrobenzene (Quin-tozene) (82-68-8)  
Prodiamine (29091-21-2)  
Profluralin (26399-36-0)  
2,3,5,6-Tetrachloroaniline (3481-20-7)  
Tetrachloronitrobenzene (Tecnazene) (117-18-0)  
THPI (Tetrahydrophthalimide) (1469-48-3)  
Tolylfluorid (731-27-1)  
Trifluralin (1582-09-8)

### Réf. 32566 : Solution-étalon multi-résidus de pesticides pour GC n°4 (28 composés)

*Composés organo-azotés*  
100 µg/ml de chaque composé dans le toluène, 1 ml/ampoule  
Acetochlor (34256-82-1)  
Alachlor (15972-60-8)  
Allidochlor (93-71-0)  
Clomazone (Command) (81777-89-1)  
Cycloate (1134-23-2)  
Diallate (cis & trans) (2303-16-4)  
Dimethachlor (50563-36-5)  
Diphenamid (957-51-7)  
Fenpropathrin (39515-41-8)  
Fluquinconazole (136426-54-5)  
Flutolanil (66332-96-5)  
Linuron (330-55-2)  
Metazachlor (67129-08-2)  
Methoxychlor (72-43-5)  
Metolachlor (51218-45-2)  
N-(2,4-Dimethylphenyl)formamide (60397-77-5)  
Norflurazon (27314-13-2)  
Oxadiazon (19666-30-9)  
Pebulate (1114-71-2)  
Pretilachlor (51218-49-6)  
Prochloraz (67747-09-5)  
Propachlor (1918-16-7)  
Propanil (709-98-8)  
Propisochlor (86763-47-5)  
Propyzamide (23950-58-5)  
Pyridaben (96489-71-3)  
Tebufenpyrad (119168-77-3)  
Triallate (2303-17-5)

### Réf. 32567 : Solution-étalon multi-résidus de pesticides pour GC n°5 (34 composés)

*Composés organo-azotés*  
100 µg/ml de chaque composé dans le toluène, 1 ml/ampoule  
Atrazine (1912-24-9)  
Bupirimate (41483-43-6)  
Captafol (2425-06-1)  
Captan (133-06-2)  
Chlorfenapyr (122453-73-0)  
Cyprodinil (121552-61-2)  
Etofenprox (80844-07-1)  
Etridiazole (2593-15-9)  
Fenarimol (60168-88-9)  
Fipronil (120068-37-3)  
Fludioxonil (131341-86-1)  
Fluridone (Sonar) (59756-60-4)  
Flusilazole (85509-19-9)  
Flutriafol (76674-21-0)

Folpet (133-07-3)  
Hexazinone (Velpar) (51235-04-2)  
Iprodione (36734-19-7)  
Lenacil (2164-08-1)  
MGK-264 (113-48-4)  
Myclobutanil (88671-89-0)  
Paclobutrazol (76738-62-0)  
Penconazole (66246-88-6)  
Procymidone (32809-16-8)  
Propargite (2312-35-8)  
Pyrimethanil (53112-28-0)  
Pyriproxyfen (95737-68-1)  
Tebuconazole (107534-96-3)  
Terbacil (5902-51-2)  
Terbutylazine (5915-41-3)  
Triadimefon (43121-43-3)  
Triadimenol (55219-65-3)  
Tricyclazole (Beam) (41814-78-2)  
Triflumizole (68694-11-1)  
Vinclozolin (50471-44-8)

### Réf. 32568 : Solution-étalon multi-résidus de pesticides pour GC n°6 (18 composés)

*Pyréthroides de synthèse*  
100 µg/ml de chaque composé dans le toluène, 1 ml/ampoule  
Acrinathrin (101007-06-1)  
Anthraquinone (84-65-1)  
Bifenthrin (82657-04-3)  
Bioallethrin (584-79-2)  
Cyfluthrin (68359-37-5)  
lambda-Cyhalothrin (91465-08-6)  
Cypermethrin (52315-07-8)  
Deltamethrin (52918-63-5)  
Fenvalerate (51630-58-1)  
Flucythrinate (70124-77-5)  
tau-Fluvalinate (102851-06-9)  
cis-Permethrin (61949-76-6)  
trans-Permethrin (61949-77-7)  
Phenothrin (cis & trans) (26002-80-2)  
Resmethrin (10453-86-8)  
Tefluthrin (79538-32-2)  
Tetramethrin (7696-12-0)  
Transfluthrin (118712-89-3)

### Réf. 32569 : Solution-étalon multi-résidus de pesticides pour GC n°7 (10 composés)

*Herbicides (methyl esters)*  
100 µg/ml de chaque composé dans le toluène, 1 ml/ampoule  
Acequinocyl (57960-19-7)  
Bromopropylate (18181-80-1)  
Carfentrazone ethyl (128639-02-1)  
Chlorobenzilate (510-15-6)

Chlorpropham (101-21-3)  
Chlozolinate (84332-86-5)  
DCPA methyl ester (Chlorthal-dimethyl) (1861-32-1)  
Fluazifop-p-butyl (79241-46-6)  
Metalaxyl (57837-19-1)  
2-Phenylphenol (90-43-7)

### Réf. 32570 : Solution-étalon multi-résidus de pesticides pour GC n°8 (24 composés)

*Composés organo-phosphorés*  
100 µg/ml de chaque composé dans le toluène, 1 ml/ampoule  
Bromfenvinfos-methyl (13104-21-7)  
Bromfenvinfos (33399-00-7)  
Bromophos ethyl (4824-78-6)  
Bromophos methyl (2104-96-3)  
Carbophenothion (786-19-6)  
Chlorfenvinfos (470-90-6)  
Chlorthiophos (60238-56-4)  
Counaphos (56-72-4)  
Edifenphos (17109-49-8)  
Ethion (563-12-2)  
Fenamiphos (22224-92-6)  
Fenchlorphos (Ronnel) (299-84-3)  
Fenthion (55-38-9)  
Iodofenphos (18181-70-9)  
Leptophos (21609-90-5)  
Malathion (121-75-5)  
Methacrifos (62610-77-9)  
Profenofos (41198-08-7)  
Prothiofos (34643-46-4)  
Sulfotepp (3689-24-5)  
Sulprofos (35400-43-2)  
Terbufos (13071-79-9)  
Tetrachlorvinphos (22248-79-9)  
Tolclofos-methyl (57018-04-9)

### Réf. 32571 : Solution-étalon multi-résidus de pesticides pour GC n°9 (8 composés)

*Composés organo-phosphorés*  
100 µg/ml de chaque composé dans le toluène, 1 ml/ampoule  
Disulfoton (298-04-4)  
Fonofos (944-22-9)  
Methyl parathion (298-00-0)  
Mevinphos (7786-34-7)  
Parathion (ethyl parathion) (56-38-2)  
Phorate (298-02-2)  
Piperonyl butoxide (51-03-6)  
Triazophos (24017-47-8)

Description	Concentration, solvant et volume	Etalon de référence certifié (CRM)?	Péremption minimale à expédition	Conditions d'expédition	Température de stockage	Qté	Réf.
Kit de multi-résidus de pesticides pour GC-MS/MS	contient une ampoule de 1 ml de chaque solution-étalon décrite ci-dessous	Oui	6 mois	Température ambiante	≤ 10°C	Le kit	32562



## Kit d'étalons de contrôle des performances QuEChERS

- Pour toutes les méthodes QuEChERS d'analyse des pesticides dans les fruits et légumes, notamment la méthode d'origine sans tampon et les méthodes AOAC 2007.01 et EN 15662.
- Le kit contient des pesticides organochlorés, organo-azotés, organophosphorés et des carbamates, communément utilisés sur les fruits et les légumes.
- Des composés volatils, polaires, actifs, réagissant aux bases et non volatils sont inclus pour permettre une évaluation complète de l'extraction QuEChERS et de l'efficacité de la purification, afin d'obtenir un état optimal des instruments en GC et en LC.
- Idéal pour les premières évaluations des méthodes et pour la validation des performances des méthodes en continu.
- Les analytes sont séparés en trois ampoules selon leur compatibilité, pour un maximum de stabilité et une plus longue durée de conservation.\*
- Les formulations précises améliorent la qualité des données et l'efficacité opérationnelle, ce qui permet d'augmenter le temps d'analyse en réduisant le temps passé à choisir et à préparer les étalons.
- Composition et stabilité confirmées par une analyse quantitative pour chaque mélange.

*\*Lorsque des composés aux fonctionnalités diverses et variées sont combinés, la stabilité chimique peut poser problème. Les analytes de ce kit sont séparés en trois solutions pour garantir une stabilité maximale pendant la conservation. Pour les analyses, un étalon de travail doit être fraîchement préparé en mélangeant les trois solutions selon un rapport de 1:1:1 pour obtenir une solution-étalon de travail de 100 µg/ml. Lorsque le mélange est préparé, Restek recommande de ne pas conserver l'étalon de travail pur ou dilué pour une utilisation ultérieure.*

Contient 1 ml de chacune des solutions-étalons suivantes :

31153 : Étalon de contrôle des performances QuEChERS A / 31154 : Étalon de contrôle des performances QuEChERS B / 31155 : Étalon de contrôle des performances QuEChERS C

### Réf. 31153 : Étalon de contrôle des performances QuEChERS A (16 composés)

Acephate (30560-19-1)  
Azinphos methyl (86-50-0)  
Chlorpyrifos (2921-88-2)  
Coumaphos (56-72-4)  
Diazinon (333-41-5)  
Dichlofluanid (1085-98-9)  
Dichlorvos (DDVP) (62-73-7)  
Dimethoate (60-51-5)  
Fenthion (55-38-9)  
Malathion (121-75-5)  
Methamidophos (10265-92-6)  
Mevinphos (7786-34-7)  
Omethoate (1113-02-6)  
Phosalone (2310-17-0)  
Pirimiphos methyl (29232-93-7)  
Propargite (2312-35-8)

Dicofol (Kelthane) (115-32-2)  
Endosulfan sulfate (1031-07-8)  
Endrin (72-20-8)  
2-Phenylphenol (90-43-7)

### Réf. 31155 : Étalon de contrôle des performances QuEChERS C (17 composés)

Bifenthrin (82657-04-3)  
Captan (133-06-2)  
Carbaryl (Sevin) (63-25-2)  
Cyprodinil (121552-61-2)  
Deltamethrin (52918-63-5)  
Fenhexamid (126833-17-8)  
Fenpropathrin (39515-41-8)  
Folpet (133-07-3)  
Imazalil (35554-44-0)  
Iprodione (36734-19-7)  
Metalaxyl (57837-19-1)  
Methiocarb (2032-65-7)  
Myclobutanil (88671-89-0)  
cis-Permethrin (61949-76-6)  
trans-Permethrin (61949-77-7)  
Thiabendazole (148-79-8)  
Vinclozolin (50471-44-8)

### Réf. 31154 : Étalon de contrôle des performances QuEChERS B (7 composés)

gamma-BHC (Lindane) (58-89-9)  
Chlorothalonil (1897-45-6)  
4,4'-DDT (50-29-3)

Description	Concentration, solvant et volume	CRM ?	Péremption minimale à expédition	Conditions d'expédition	Temp. de stockage	Qté	Réf.
Kit d'étalons de contrôle des performances QuEChERS	300 µg/ml de chaque composé dans l'acétonitrile/acide acétique (99.9:0.1), 1 ml/ampoule Mélanger un volume égal des trois ampoules pour obtenir une solution finale de 100 µg/ml.	Oui	3 mois	Température ambiante	≤ 10°C	Le kit	31152

## Des questions ? Contactez-nous au 01 60 78 32 10 ou sur [restek.france@restek.com](mailto:restek.france@restek.com)

Les brevets et marques commerciales de Restek sont la propriété de Restek Corporation (consultez [www.restek.com/fr/brevets-et-marques](http://www.restek.com/fr/brevets-et-marques) pour la liste complète.) Les autres marques commerciales citées dans la documentation Restek ou sur le site internet sont la propriété de leurs détenteurs respectifs. Les marques déposées de Restek sont enregistrées aux États-Unis et peuvent aussi être enregistrées dans d'autres pays. Si vous ne souhaitez plus recevoir de communications de la part de Restek, vous pouvez vous désinscrire à tout moment sur [www.restek.com/fr/desinscription](http://www.restek.com/fr/desinscription). Pour mettre jour votre statut auprès d'un distributeur agréé Restek, veuillez les contacter directement. R.C.S. Evry B 399 620 285SIREN : 399 620

© 2021 Restek France. Tous droits réservés.

[www.restek.com](http://www.restek.com)



Réf. FSAR3505A-FR