

Méthode GC-MS/MS complète pour l'analyse des composés semi-volatils à l'état de traces

Preservez la qualité de vos résultats tout en abaissant les limites de détection grâce à la colonne RMX-5Sil MS

Par Erica Pack, Jason Hoisington, Chris English, Ramkumar Dhandapani, Colton Myers

Éléments clés

- La désactivation de nouvelle génération TriMax offre un circuit d'échantillon robuste et hautement inerte.
- Son inertie optimale offre une meilleure forme de pics pour une large gamme de composés semi-volatils, des plages d'étalonnage plus basses et une sensibilité jusqu'au picogramme.
- Ses performances maximales permettent d'analyser un plus grand nombre d'analytes et des volumes d'échantillons plus réduits.

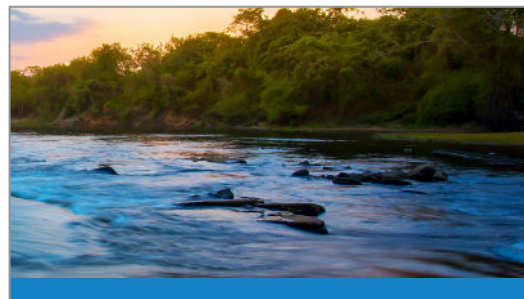
Résumé

La présente étude examine l'impact de la désactivation révolutionnaire TriMax sur l'analyse des composés semi-volatils par GC-MS/MS. Les performances des quatre colonnes couramment utilisées ont été comparées en termes d'asymétrie des pics, de linéarité de l'étalonnage, du taux de récupération et de répétabilité pour une grande variété de compositions chimiques. Les résultats montrent que les colonnes RMX-5Sil MS dotées de la nouvelle désactivation TriMax, possèdent une surface considérablement plus inerte. Ces colonnes répondent aux critères de performances pour les composés semi-volatils acides, basiques et neutres, alors que les autres colonnes ne remplissent ces critères que pour certaines classes de composés. Les performances compétitives pour une large gamme de composés semi-volatils à faibles concentrations permettent aux laboratoires de simplifier leurs opérations au moyen de protocoles d'extraction simplifiés ou d'une consolidation des méthodes. La désactivation TriMax des colonnes RMX-5Sil MS permettent de surmonter les problèmes d'activité qui affectent les performances quantitatives des colonnes concurrentes..

Introduction

La présence des composés organiques semi-volatils (COSV) dans l'environnement est surveillée dans le monde entier en raison de leur prévalence et les risques qu'ils présentent pour la santé humaine. Les méthodes GC-MS et GC-MS/MS sont largement utilisées pour l'analyse des composés semi-volatils dans les échantillons environnementaux. Grâce à la sensibilité élevée de la détection en MS/MS, les laboratoires peuvent atteindre des limites de détection plus basses et économiser ainsi du solvant et du temps en réduisant les volumes d'extraction des échantillons. Les méthodes d'extraction à faible volume sont généralement plus simples et utilisent moins de solvant (par exemple, le dichlorométhane) que les méthodes d'extraction classiques. Toutefois, les extraits sont moins concentrés, ce qui favorise l'utilisation de la GC-MS/MS dans les laboratoires cherchant à réduire leur consommation de solvant tout en maintenant les performances de leurs méthodes.

Les composés semi-volatils couvrent une large gamme de compositions chimiques, dont certaines sont connues pour interagir avec les sites actifs (par exemple, les silanols) du circuit de l'échantillon. Il est donc difficile d'obtenir une détection fiable en cas de faibles concentrations. Pour surmonter les difficultés liées à ces interactions, les laboratoires peuvent utiliser différents types de colonnes GC en fonction des analytes cibles. Les colonnes de polarité intermédiaire "5" ou "5sil" sont couramment utilisées, mais lorsque les laboratoires cherchent à abaisser les limites de détection et à maximiser la sensibilité de leurs colonnes, les inconvénients des différents procédés de fabrication de ces colonnes de type 5 deviennent plus évidents. Les sites actifs résiduels à la surface des colonnes GC n'ont habituellement pas d'impact sur les composés neutres, mais les composés acides et basiques peuvent être sensibles même à une très faible présence de site actif en surface. Avec l'introduction des composés basiques (benzidine) et acides (pentachlorophénol) dans les essais de conformité des colonnes, ainsi que la nécessité d'étalonnages de plus en plus sensibles, les sites actifs à la surface des colonnes GC font l'objet d'un contrôle approfondi.



Produits associés

- Colonne RMX-5Sil MS, L 30 m, DI 0.25 mm, 0.25 μ m (réf. 17323)
- Insert Topaz Split Precision 4 mm avec laine (réf. 23267)
- Détecteur électronique de fuites de gaz Restek (réf. 28500)
- Kit de solutions-étalons SVOC MegaMix 150 (réf. 31907)
- Solution-étalon pour le réglage des GC-MS (réf. 31615)
- Solution étalon de composés de substitution acides (4/89 SOW) (réf. 31025)
- Solution étalon de composés de substitution basiques et neutres (4/89 SOW) (réf. 31024)
- Mélange d'étalons internes de SV révisé (réf. 31886)

Les colonnes GC qui présentent une désactivation efficace pour une large gamme de composés sont très demandées car elles produisent de meilleurs résultats pour les composés semi-volatils acides, basiques et neutres. Elles permettent donc aux laboratoires d'améliorer leur productivité et leur rentabilité grâce à une consommation réduite des solvants, des meilleures performances des instruments et davantage d'opportunités de consolidation des méthodes.

Dans cette étude, nous avons comparé les performances de plusieurs colonnes GC couramment utilisées pour l'analyse des composés semi-volatils avec les performances des colonnes RMX-5Sil MS. La surface des colonnes RMX-5Sil MS est soumise à une désactivation unique TriMax consistant à déposer un polymère résistant qui élimine les sites actifs et offre une inertie exceptionnelle dans le circuit de l'échantillon. La colonne RMX-5Sil MS s'appuie sur un polymère 5sil traditionnel (elle remplace donc directement les colonnes 5Sil). Sa surface hautement inerte améliore la forme des pics et les performances pour une grande variété de composés, ce qui permet d'abaisser les courbes d'étalonnage, tout en respectant les exigences de qualité des données.

Méthode expérimentale

Préparation des solutions-étalons et des échantillons

Des solutions-étalons de calibration contenant des composés semi-volatils acides, basiques et neutres ont été préparées dans le dichlorométhane, sur une gamme de 0,5 à 5000 ppb, afin de déterminer la plage d'étalonnage la plus basse pour chaque analyte. Des nouveaux étalons de calibration ont été préparés pour chaque colonne. Des étalons pour les tests de taux de récupération à concentration intermédiaire ont été également préparés à 50 ppb.

Conditions analytiques

Les échantillons ont été analysés sur quatre types de colonnes (RMX-5Sil MS, deux colonnes concurrentes « premium » et une colonne concurrente classique) de 30 m, DI 0.25 mm, 0.25 µm. L'analyse des composés semi-volatils est effectué à l'aide d'un GC Thermo TRACE 1310 couplé à un spectromètre de masse TSQ 8000. Les conditions utilisées ci-dessous sont simplifiées à des fins de normalisation et de comparaison directe des colonnes testées. Dans les travaux de routine, il est possible d'utiliser des paramètres différents pour l'injecteur, le four ou le détecteur, dans le but d'optimiser les résultats d'analyses. Les conditions optimisées sont présentées dans une autre étude menée à de faibles concentrations et portant sur une liste étendue de 150 composés semi-volatils couramment analysés [1].

Injection volume: 1 µL

Insert d'injection : Topaz Precision 4 mm avec laine (réf. 23267)

Injecteur: 250 °C ; 5:1 split ; 1.2 mL/min

Gaz vecteur : helium

Four : 40 °C (maintien 1 min) à 280 °C à 12.4 °C/min puis à 315 °C à 3.3 °C/min (maintien 1 min)

Détecteur : MS/MS ; mode SRM ; ligne de transfert à 280 °C ; source à 330 °C (voir les transitions SRM en Figure 1)

Évaluation de la qualité des données

La qualité des données a été évaluée selon l'asymétrie des pics, la linéarité, le taux de récupération et la répétabilité. Les performances générales pour chaque critère ont été classées selon le Tableau I. L'asymétrie a été évaluée pour chaque composé afin de mesurer l'inertie. La linéarité a été évaluée au moyen des valeurs R² et %RSD (écart-type relatif). Le taux de récupération a été déterminé pour chaque analyte au point d'étalonnage le plus bas (LCP, "lowest calibration point"), ainsi qu'à 50 ppb, utilisé comme point intermédiaire. La répétabilité du taux de récupération a également été déterminée à 50 ppb.

Tableau I : Classification de la qualité des données

	Idéale	Acceptable	Mauvaise
Asymétrie	0.9-1.2	0.5-0.9 ou 1.2-2	<0.5, >2
Linéarité (R ²)	>0.995	0.990-0.995	<0.990
Linéarité (%RSD)	<10%	11-20%	>20%
Taux de récupération (LCP)	70-130%	50-69% ou 131-200%	<50%, >200%
Taux de récupération (50 ppb)	70-130%	50-69% ou 131-200%	<50%, >200%
Écart-type relatif à 50 ppb	<10%	11-20%	>20%

Vous avez besoin d'aide pour une application ou pour choisir un produit ?

Contactez le Service Technique !



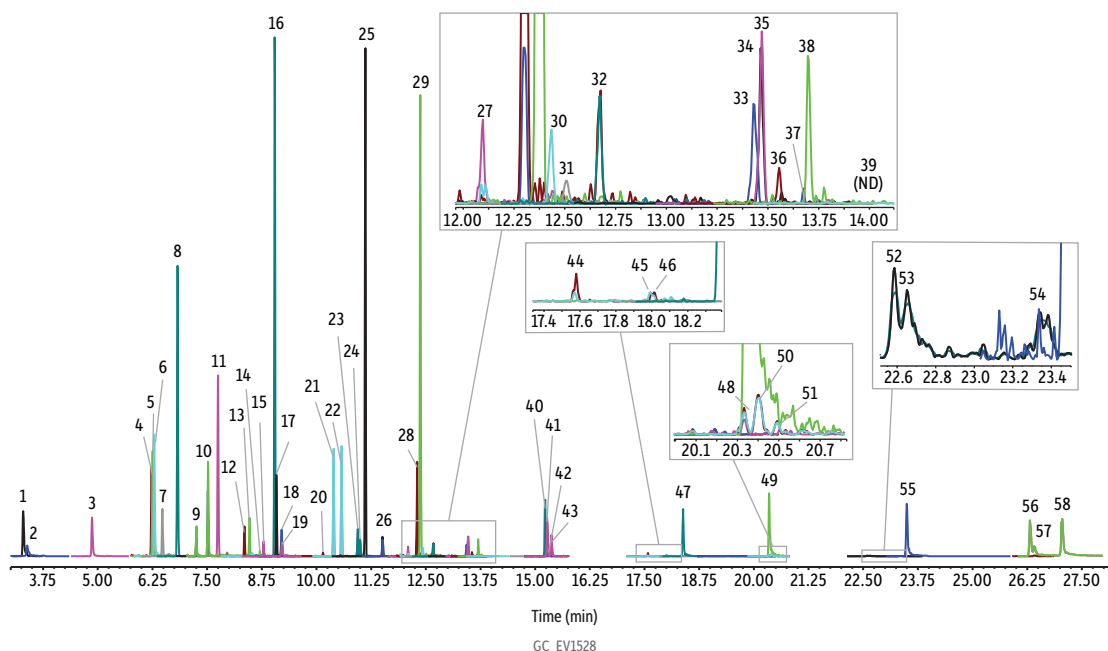
Résultats et Discussion

Performances chromatographiques

Les silanols sont une source courante de sites actifs à la surface de la silice fondue des colonnes GC. Les fabricants de colonnes utilisent divers traitements de désactivation pour réduire leur impact. Toutefois, si la désactivation n'est pas entièrement efficace, l'interaction des analytes avec les silanols peut entraîner une séparation irrégulière ou retardée depuis la phase stationnaire, provoquant des traînées de pics et d'autres problèmes comme un décalage des temps de rétention et une perte de sensibilité. Les composés acides, en particulier les phénols, peuvent être retenus par les silanols par une liaison hydrogène, tandis que les composés basiques comme les benzidines peuvent se fixer à la surface par une interaction acide-base. L'une des difficultés de l'analyse des composés semi-volatils provient de la grande variété des classes de composés qui interagissent selon des mécanismes et des intensités différents. La désactivation des colonnes doit donc être efficace pour une large gamme de composés.

Afin de mieux maîtriser l'activité des silanols, Restek a développé la désactivation TriMax de nouvelle génération pour l'ensemble des colonnes RMX. Cette désactivation réduit le plus possible l'activité des silanols en surface grâce à une interface polymère/silice fondue robuste, empêchant ainsi les interactions entre les analytes et les silanols. La Figure 1 montre que la colonne RMX-5Sil MS offre d'excellentes performances chromatographiques et des pics fins et symétriques pour une grande variété de composés semi-volatils, notamment des composés complexes comme le 2,4-dinitrophénol (2,4-DNP) ; le pentachlorophénol et la benzidine.

Figure 1 : Une excellente forme des pics a été obtenu avec la colonne RMX-5Sil MS pour une large gamme de composés semi-volatils dans les conditions normalisées de l'analyse comparative. (Pour des conditions optimales, voir notre méthode d'analyse de 150 composés semi-volatils à faible concentration [1].)



Column RMX-5Sil MS, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 µm (cat.# 17323)

Standard/Sample

8270 Calibration mix #1 (cat.# 31618)
8270 Calibration mix #2 (cat.# 31619)
8270 Calibration mix #5 (cat.# 31995)
Base neutral surrogate mix (4/89 SOW) (cat.# 31024)
Acid surrogate mix (4/89 SOW) (cat.# 31025)
Revised SV internal standard mix (cat.# 31886)
Dichloromethane
50 ppb (100 ppb internal standards)

Diluent:

Conc.:

Injection

Inj. Vol.: 1 µL split (split ratio 5:1)

Liner: Topaz 4.0 mm ID Precision liner w/wool (cat.# 23267)

Inj. Temp.: 250 °C

Split Vent Flow Rate: 6 mL/min

Oven

Oven Temp.:

40 °C (hold 1 min) to 280 °C at 12.4 °C/min to 315 °C at 3.3 °C/min (hold 1 min)

Carrier Gas

He, constant flow

Flow Rate:

1.2 mL/min @ 40 °C

Detector

SRM/MRM

Acquisition Type:

SRM/MRM

Source Temp.:

330 °C

Transfer Line Temp.:

280 °C

Analyzer Type:

Triple Quadrupole

Ionization Mode:

EI

Collision Gas:

Ar

Tune Type:

PFTBA

Tune Emission Current:

70 µA

Instrument

Thermo Scientific TSQ 8000 Triple Quadrupole GC-MS

Sample Preparation

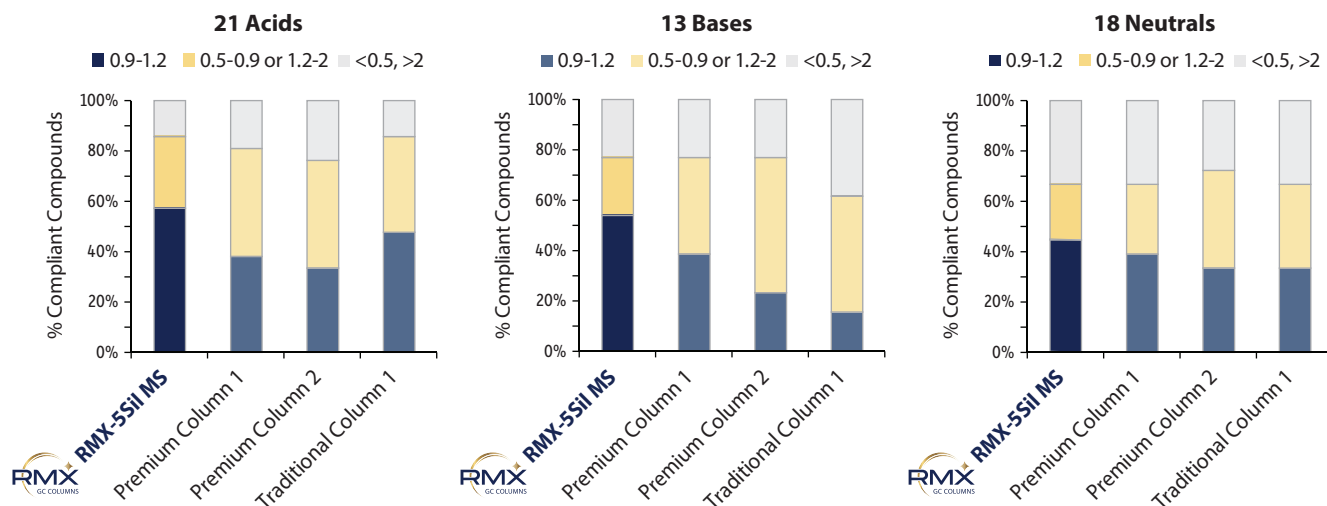
Standards were combined and diluted to a concentration of 50 ppb with internal standards added at 100 ppb.

Figure 1 : (suite)

Peaks	ts (min)	Conc. (ng/mL)	Mass 1	Product 1	Collision energy 1	Mass 2	Product 2	Collision energy 2
1. N-Nitrosodimethylamine	3.55	50	74	44	6	74	42	16
2. Pyridine	3.59	50	79	51	26	52	26	18
3. 2-Fluorophenol	5.03	50	112	92	6	92	63	14
4. Phenol-d6	6.37	50	99	71	8	99	69	18
5. Phenol	6.40	50	94	66	10	94	65	16
6. Aniline	6.45	50	93	66	10	93	65	20
7. 2-Chlorophenol	6.62	50	128	64	14	128	63	24
8. 1,4-Dichlorobenzene-d4	6.96	100	150	115	14	150	78	26
9. 2-Methylphenol	7.38	50	108	80	8	108	77	24
10. 3- and 4-Methylphenol	7.66	50	70	43	6	107	77	14
11. Nitrobenzene-d5	7.89	50	128	82	12	128	54	28
12. 2-Nitrophenol	8.54	50	139	81	12	139	109	8
13. 2,4-Dimethylphenol	8.61	50	122	107	12	122	77	20
14. Benzoic acid	8.72	50	122	105	8	122	77	20
15. 2,4-Dichlorophenol	8.95	50	162	63	24	162	98	12
16. Naphthalene-d8	9.18	100	136	134	14	136	108	18
17. Naphthalene	9.23	50	128	102	16	129	103	14
18. 4-Chloroaniline	9.35	50	127	100	10	127	65	20
19. 2,6-Dichlorophenol	9.37	50	162	63	24	164	63	26
20. 4-Chloro-3-methylphenol	10.28	50	142	107	12	107	77	12
21. 2-Methylnaphthalene	10.53	50	141	115	16	141	89	30
22. 1-Methylnaphthalene	10.71	50	141	115	16	141	89	30
23. 2,4,6-Trichlorophenol	11.09	50	132	97	10	196	97	24
24. 2,4,5-Trichlorophenol	11.09	50	132	97	10	196	97	24
25. 2-Fluorobiphenyl	11.26	50	172	171	12	172	170	22
26. o-Nitroaniline	11.66	50	138	92	12	138	65	22
27. Acenaphthylene	12.24	50	152	102	26	152	76	36
28. 3-Nitroaniline	12.49	50	138	92	12	138	65	20
29. Acenaphthene-d10	12.53	100	162	160	18	164	162	14
30. Acenaphthene	12.60	50	153	126	36	153	77	38
31. 2,4-Dinitrophenol	12.70	50	184	154	6	154	79	12
32. 4-Nitrophenol	12.90	50	139	109	6	139	81	14
33. 2,3,4,6-Tetrachlorophenol	13.21	50	232	168	12	234	131	24
34. 4-Nitroaniline	13.60	50	138	108	8	138	80	18
35. Fluorene	13.61	50	165	115	24	165	139	26
36. 4,6-Dinitro-2-methylphenol	13.71	50	198	168	6	198	121	10
37. Diphenylamine	13.88	50	169	66	22	170	66	22
38. 2,4,6-Tribromophenol	14.10	50	330	141	36	332	143	34
39. Pentachlorophenol	15.04	50	228	165	14	270	169	22
40. Phenanthrene-d10	15.40	100	188	160	20	184	156	22
41. Phenanthrene	15.46	50	178	152	18	178	151	32
42. Dinoseb	15.49	50	163	116	14	240	211	8
43. Anthracene	15.54	50	178	152	18	177	151	18
44. Fluoranthene	17.78	50	202	176	26	202	152	30
45. Benzidine	18.05	50	184	156	18	184	166	16
46. Pyrene	18.20	50	200	174	22	200	149	34
47. p-Terphenyl-d14	18.57	50	244	242	14	244	240	22
48. 3,3'-Dichlorobenzidine	20.53	50	252	154	26	252	181	22
49. Chrysene-d12	20.55	100	240	238	14	240	236	30
50. Benz[a]anthracene	20.63	50	228	202	22	226	200	28
51. Chrysene	20.63	50	228	202	22	228	201	36
52. Benzo[b]fluoranthene	22.90	50	252	226	22	250	224	24
53. Benzo[k]fluoranthene	22.91	50	252	226	22	250	224	24
54. Benzo[a]pyrene	23.66	50	252	226	22	250	224	26
55. Perylene-d12	23.81	100	264	262	20	264	260	34
56. Indeno[1,2,3-cd]pyrene	26.74	50	276	274	38	276	250	30
57. Dibenzo[a,h]anthracene	26.80	50	139	126	8	139	113	14
58. Benzo[ghi]perylene	27.47	50	276	274	38	138	125	12

Afin de comparer l'inertie des colonnes RMX-5Sil MS à celle des colonnes couramment utilisées pour l'analyse des composés semi-volatils, nous avons évalué l'asymétrie des pics dans des conditions normalisées à 50 ppb. Le niveau de 50 ppb a été choisi pour évaluer l'asymétrie au point intermédiaire de la courbe d'étalonnage. L'évaluation au point intermédiaire compense les traînées de pics susceptibles de se confondre avec la ligne de base à faibles concentrations. La Figure 2 montre que pour les composés semi-volatils acides, basiques et neutres, la colonne RMX-5Sil MS a permis d'obtenir des résultats optimaux pour davantage de composés que les autres colonnes testées. La différence est particulièrement remarquable pour les composés acides et basiques, permettant une identification et quantification plus précises pour une large gamme de composés semi-volatils en une seule analyse. Cette spécificité offre aux laboratoires une opportunité de consolider leurs méthodes.

Figure 2 : L'évaluation de l'asymétrie montre que l'inertie exceptionnelle des colonnes RMX-5Sil MS produit une forme de pics idéale pour un plus grand nombre de composés semi-volatils acides, basiques et neutres que les autres colonnes analytiques.



En plus d'une amélioration générale de l'asymétrie des pics, des signaux de meilleure qualité ont été observés à des concentrations très faibles pour une grande variété de composés semi-volatils réputés particulièrement complexes (Figure 3). Des meilleures formes de pics, qui permettent l'intégration facile avec le logiciel, ont été obtenus sur la colonne RMX-5Sil MS pour la pyridine, la benzidine, l'acide benzoïque, le 2,4-dinitrophénol et le pentachlorophénol. En revanche, les colonnes concurrentes ont montré des performances semblables pour certains composés, mais des performances nettement inférieures pour d'autres. Les différences visuelles entre les formes de pics montrent que l'inertie de la désactivation TriMax des colonnes RMX a une efficacité plus étendue que les désactivations classiques utilisées dans les autres colonnes.

Vous voulez une méthode sur mesure ?

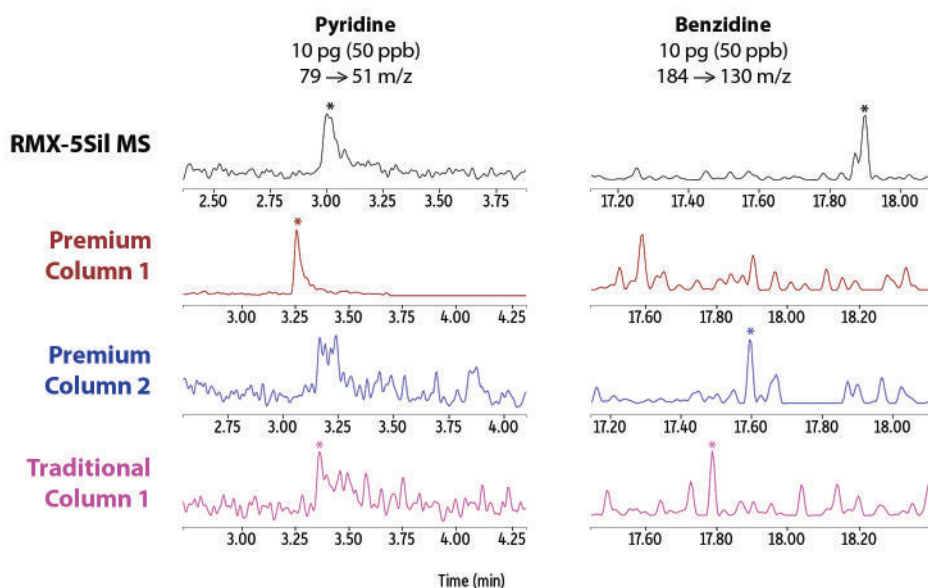
Entrez vos analytes-cibles dans le logiciel de modélisation de chromatogrammes gratuit Restek Pro EZGC et générez automatiquement des conditions de méthode optimisées pour votre liste de composés..

Essayez dès maintenant !

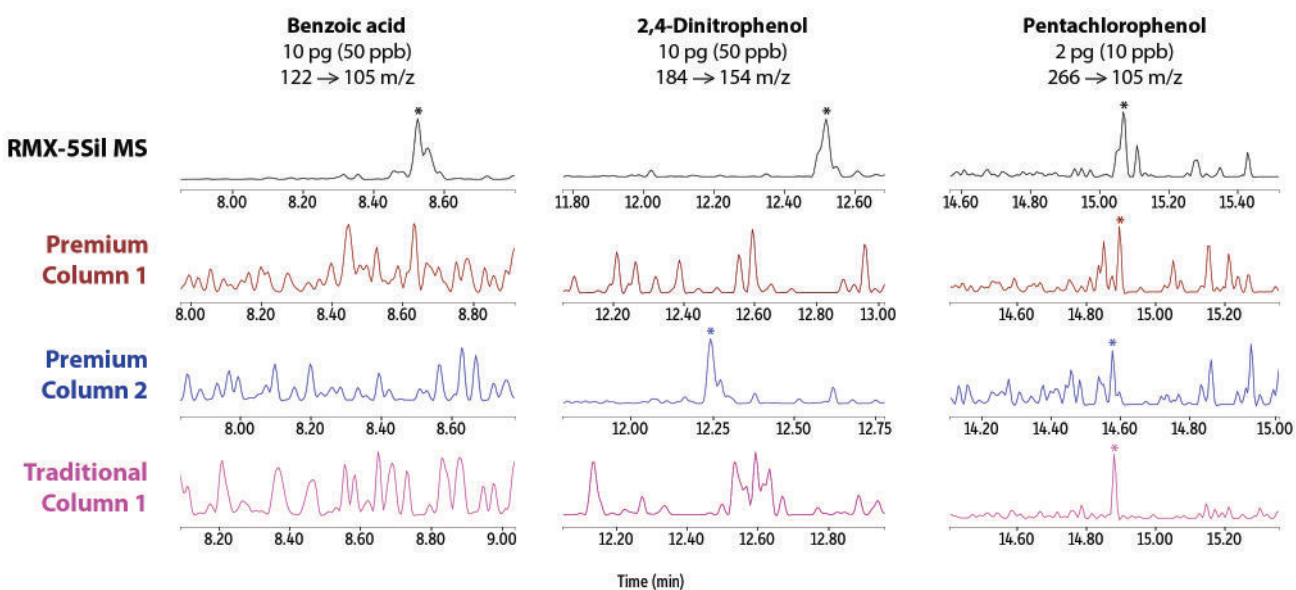


Figure 3 : Grâce à leur inertie très étendue, les colonnes RMX-5Sil MS ont produit des pics de bonne qualité au point d'éta-
onnage le plus bas (pg "on-column") pour une grande variété de composés actifs complexes.

Composés basiques



Composés acides



Linéarité

La symétrie des pics améliore l'intégration et augmente le rapport signal/bruit qui en résulte, ce qui permet d'obtenir un étalonnage linéaire à des concentrations plus faibles. Les courbes d'étalonnage linéaires ont été établies pour chaque composé semi-volatile sur la colonne RMX-5Sil MS et elles variaient pour chaque analyte (Tableau II). Le nombre de points d'étalonnage variait de 5 à 11 et la concentration la plus faible allait de 0,5 à 100 ppb (0,1 à 20 pg « on-column »). Les paramètres d'intégration ont été maintenus pour chaque colonne car la linéarité de l'étalonnage est sensible à l'intégration des pics. Lorsque les pics se rapprochent de la ligne de base ou en cas de traînée de pics excessives, l'intégration manuelle devient nécessaire ce qui augmente le temps d'analyse par échantillon. D'autres modèles d'étalonnage peuvent être appliqués, par exemple des courbes d'étalonnage pondérées ou quadratiques, mais dans l'idéal l'étalonnage doit être linéaire. En utilisant un modèle linéaire pour chaque analyte, le rôle de l'intégration des pics devient plus important. Toutefois, il convient de noter que le point d'étalonnage linéaire le plus bas n'est pas nécessairement représentatif de la limite de détection la plus basse.

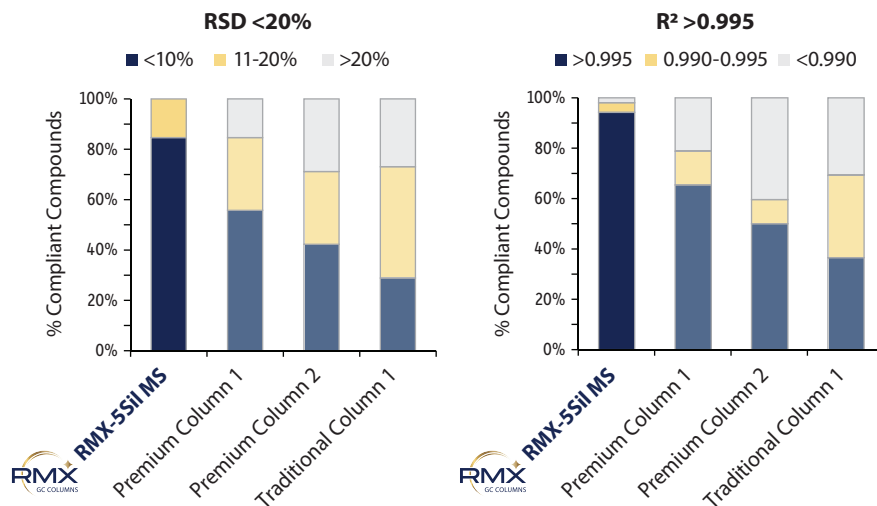
Tableau II : Plage d'étalonnage à partir des résultats et nombre de points d'étalonnage pour chaque composé semi-volatile

Nom	Min (ppb)	Max (ppb)	Nb de Points
N-Nitrosodiméthylamine	2	1000	8
Pyridine	50	2000	6
2-Fluorophénol	0.5	20	6
Phénol-d6	2	200	6
Phénol	2	200	5
Aniline	2	200	6
2-Chlorophénol	0.5	200	7
2-Méthylphénol	5	200	6
3- et 4-Méthylphénol	2	1000	8
Nitrobenzène-d5	5	1000	6
2-Nitrophénol	5	200	5
2,4-Diméthylphénol	2	200	6
Benzoïque	100	2000	5
2,4-Dichlorophénol	2	2000	9
Naphtalène	1	50	5
2,6-Dichlorophénol	1	100	5
4-Chloroaniline	2	200	6
4-Chloro-3-méthylphénol	5	2000	8
2-Méthylnaphtalène	1	2000	10
1-Méthylnaphtalène	1	2000	10
2,4,6-Trichlorophénol	5	1000	7
2,4,5-Trichlorophénol	10	2000	8
2-Fluorobiphényle	0.5	2000	11
o-Nitroaniline	1	100	6

Nom	Min (ppb)	Max (ppb)	Nb de Points
Acénaphthylène	5	200	5
3-Nitroaniline	2	100	6
Acénaphthène	5	2000	7
2,4-Dinitrophénol	50	2000	6
4-Nitrophénol	5	2000	8
2,3,4,6-Tétrachlorophénol	10	2000	7
Fluorène	5	2000	9
4-Nitroaniline	2	200	6
4,6-Dinitro-2-méthylphénol	5	100	5
Diphénylamine	5	200	5
2,4,6-Tribromophénol	20	2000	7
Pentachlorophénol	10	1000	6
Phénanthrène	1	200	7
Dinoseb	10	200	5
Anthracène	5	200	6
Fluoranthène	10	200	5
Benzidine	50	2000	5
Pyrene	5	100	5
p-Terphényl-d14	1	200	7
3,3'-Dichlorobenzidine	20	200	5
Benz[a]anthracène	20	500	5
Chrysène	10	1000	5
Benzo[b]fluoranthène	20	1000	5

Après avoir établi les courbes d'étalonnage linéaires sur la colonne RMX-5Sil MS, de nouvelles courbes d'étalonnages ont été réalisées sur chaque colonne en utilisant une plage d'étalonnage et des paramètres d'intégration identiques. L'ajustement linéaire de chaque courbe d'étalonnage a été comparé en utilisant la valeur R² (non pondérée) et l'écart-type relatif (%RSD). Les résultats ont montré que la colonne RMX-5Sil MS fournissait des résultats conformes à la méthode pour davantage de composés que les autres colonnes (Figure 4). Les valeurs R² et %RSD (écart-type relatif) pour la colonne RMX-5Sil MS démontrent une meilleure linéarité globale de la courbe d'étalonnage, ce qui améliore la précision et l'exactitude quantitatives.

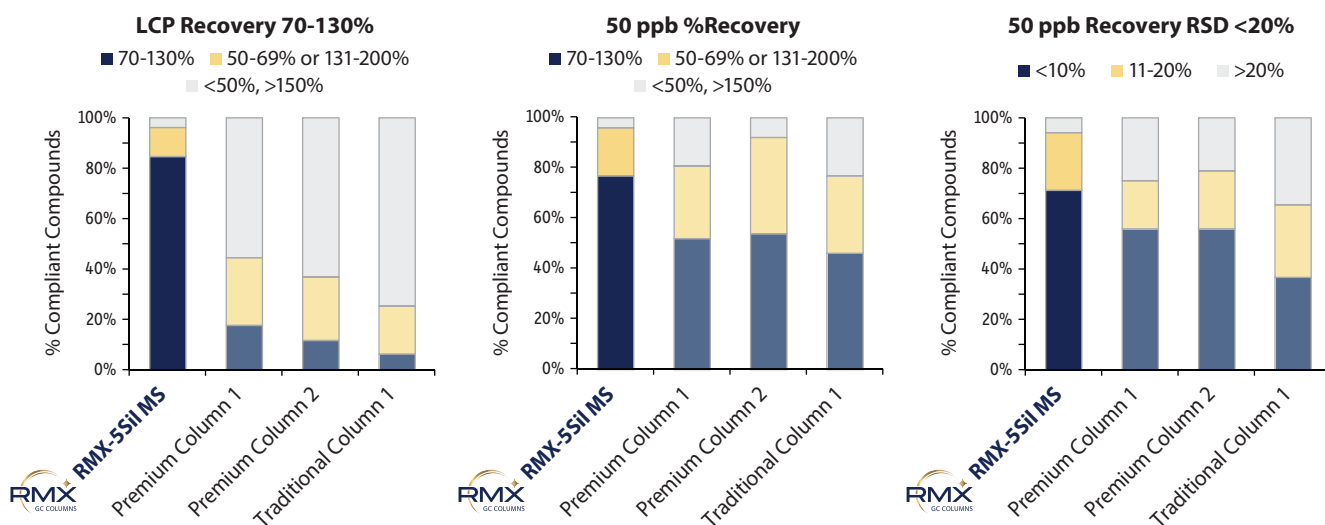
Figure 4 : La colonne RMX-5Sil MS permet à un plus grand nombre de composés semi volatils d’atteindre les objectifs de qualité des données (>0,995 R² et % RSD) par rapport aux autres colonnes, ce qui illustre une linéarité d’étalonnage supérieure.



Taux de récupération

Le taux de récupération a été déterminé au point d’étalonnage le plus bas et au point intermédiaire (50 ppb) afin d’évaluer l’impact du choix de la colonne. La répétabilité des taux de récupération a été évaluée au point intermédiaire de 50 ppb car celui-ci est plus représentatif des performances des colonnes que le point d’étalonnage le plus bas, où la forme des pics risque d’être influencée par les bruits de ligne de base générés par l’instrument. La Figure 5 montre que les taux de récupérations au point d’étalonnage le plus bas étaient bien meilleures sur la colonne RMX-5Sil MS que sur les autres colonnes testées. Ce résultat peut être attribué à une désactivation plus efficace qui améliore la réponse et l’intégration des pics pour l’analyse de traces. Les taux de récupérations étaient plutôt similaires pour toutes les colonnes au point intermédiaire de 50 ppb, mais les résultats de récupération étaient bien plus réguliers sur la colonne RMX-5Sil MS. La répétabilité dépend du rapport entre la forme des pics et l’algorithme d’intégration, des légères différences dans la forme des pics peuvent affecter l’intégration. Les résultats très réguliers obtenus sur la colonne RMX-5Sil MS indiquent que sa désactivation TriMax réduit le plus possible l’activité de la surface qui contribue aux variations entre les injections.

Figure 5 : La colonne RMX-5Sil MS a permis d’atteindre un taux de récupération compris entre 70 et 130 % pour un plus grand nombre de composés, au point d’étalonnage le plus bas (LCP) comme à 50 ppb. En outre, elle présente une grande régularité et permet d’obtenir un écart-type relatif < 10 % à 50 ppb pour un plus grand nombre de composés.



Conclusion

Les colonnes de type 5 et 5sil offrent une sélectivité appropriée pour l'analyse des composés semi-volatils et elles sont très utilisées dans le monde entier, mais les désactivations classiques ne sont pas entièrement efficaces pour bloquer les sites actifs. Par conséquent, les laboratoires rencontrent des difficultés pour analyser les composés actifs, surtout à l'état de traces. La productivité peut encore être affectée si plusieurs colonnes sont nécessaires pour différents groupes d'analytes ou lorsque les critères de qualité ne sont plus suffisants[CC1.1] [CC2.1]. D'après cette étude comparative, la désactivation révolutionnaire TriMax utilisée dans les colonnes RMX-5Sil MS a permis d'obtenir une surface bien plus inerte, offrant des performances supérieures pour l'ensemble des classes de composés. Ainsi, l'utilisation des colonnes RMX-5Sil MS a permis de respecter[CC3.1] les objectifs de qualité des données pour un plus grand nombre de composés semi-volatils par rapport à d'autres colonnes analytiques. Cette performance améliorée pour une large gamme de composés acides, basiques et neutres offre aux laboratoires de nouvelles opportunités pour bénéficier d'une réduction de consommation de solvant et d'une consolidation de méthode par rapport aux colonnes de type 5 classiques..

Références

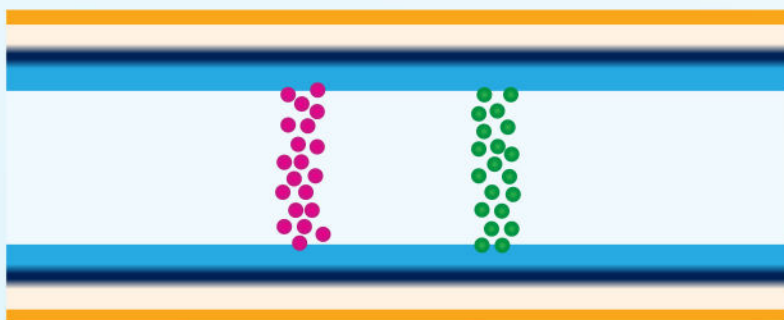
1. E. Pack, C. English, R. Dhandapani, and C. Myers, Optimisez la productivité de votre laboratoire grâce à une méthode étendue pour l'analyse des semi-volatils à l'état de traces, Note d'application, EVFA5253, Restek Corporation, 2025.

Pourquoi choisir les colonnes RMX ?

La grande efficacité de la désactivation TriMax protège les analytes des interactions avec la surface et améliore la forme des pic et la sensibilité pour une grande variété de compositions chimiques.



Désactivation TriMax

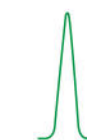
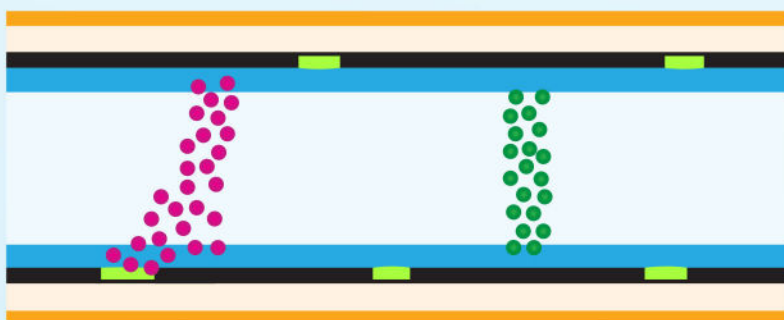


Composé
inactif



Composé
actif

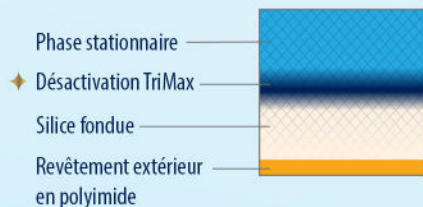
Autre Désactivation



Composé
inactif



Composé
actif



- Composés inactifs :
alkanes, alcènes, alcynes, etc.
- Composés actifs :
acides, bases, alcools, esters, éthers, etc.
- Site actif résiduel

Découvrez
les colonnes RMX !



Produits phares



Colonne Capillaire GC RMX-5Sil MS

Référence	Nom du produit	Qté
17323	Colonne Capillaire GC RMX-5Sil MS, 30 m, DI 0.25 mm, 0.25 µm	L'unité



Inserts d'injection Topaz Precision

Réf.	Nom du produit	Qté
23267	Insert Topaz, Precision, 4,00 mm x 6,3 x 78,5, pour GC Thermo TRACE 1300/1310, 1600/1610 avec injecteur SSL, laine de quartz, désactivation Premium	Lot de 5



Détecteur électronique de fuites de gaz Restek

Référence	Nom du produit	Qté
28500	Détecteur électronique de fuites de gaz Restek (Comprend Coffret de rangement/transport, adaptateur universel [U.S., UK, Europe, Australie, Japon], câble USB.	L'unité

Vous avez besoin d'aide pour une demande de devis, un achat, etc. ?

Contactez-nous !



Kit de solutions-étalons SVOC MegaMix150, ml/ampoule ; 6 ampoules/kit

Contient une ampoule de chacune des solutions suivantes.

Réf. 31850: Solution-étalon MegaMix 8270

1000 µg/ml de chaque composé dans le chlorure de méthylène (3-méthylphénol et 4-méthylphénol à 500 µg/ml), ampoule de 1 ml

Acenaphthene (83-32-9)
Acenaphthylene (208-96-8)
Aniline (62-53-3)
Anthracene (120-12-7)
Azobenzene (103-33-3)*
Benz[a]anthracene (56-55-3)
Benzo[a]pyrene (50-32-8)
Benzo[b]fluoranthene (205-99-2)
Benzo[g,h,i]perylene (191-24-2)
Benzo[k]fluoranthene (207-08-9)
Benzyl alcohol (100-51-6)
Benzyl butyl phthalate (85-68-7)
Bis(2-chloroethoxy)methane (111-91-1)
Bis(2-chloroethyl)ether (111-44-4)
Bis(2-ethylhexyl)adipate (103-23-1)
Bis(2-ethylhexyl)phthalate (117-81-7)
4-Bromophenyl phenyl ether (101-55-3)
Carbazole (86-74-8)
4-Chloroaniline (106-47-8)
4-Chloro-3-methylphenol (59-50-7)
2-Chloronaphthalene (91-58-7)
2-Chlorophenol (95-57-8)
4-Chlorophenyl phenyl ether (7005-72-3)
Chrysene (218-01-9)
Dibenz[a,h]anthracene (53-70-3)
Dibenzofuran (132-64-9)
1,2-Dichlorobenzene (95-50-1)
1,3-Dichlorobenzene (541-73-1)
1,4-Dichlorobenzene (106-46-7)
2,4-Dichlorophenol (120-83-2)
Diethylphthalate (84-66-2)
2,4-Dimethylphenol (105-67-9)
Dimethylphthalate (131-11-3)
Di-n-butyl phthalate (84-74-2)
1,2-Dinitrobenzene (528-29-0)
1,3-Dinitrobenzene (99-65-0)
1,4-Dinitrobenzene (100-25-4)
4,6-Dinitro-2-methylphenol (Dinitro-o-cresol) (534-52-1)
2,4-Dinitrophenol (51-28-5)
2,4-Dinitrotoluene (121-14-2)
2,6-Dinitrotoluene (606-20-2)
Di-n-octyl phthalate (117-84-0)
Diphenylamine (122-39-4)†
Fluoranthene (206-44-0)
Fluorene (86-73-7)
Hexachlorobenzene (118-74-1)
Hexachlorobutadiene (87-68-3)
Hexachlorocyclopentadiene (77-47-4)
Hexachloroethane (67-72-1)
Indeno[1,2,3-cd]pyrene (193-39-5)
Isophorone (78-59-1)
1-Methylnaphthalene (90-12-0)
2-Methylnaphthalene (91-57-6)
2-Methylphenol (o-cresol) (95-48-7)
3-Methylphenol (m-cresol) (108-39-4)
4-Methylphenol (p-cresol) (106-44-5)
Naphthalene (91-20-3)
2-Nitroaniline (88-74-4)
3-Nitroaniline (99-09-2)

4-Nitroaniline (100-01-6)
Nitrobenzene (98-95-3)
2-Nitrophenol (88-75-5)
4-Nitrophenol (100-02-7)
N-Nitrosodimethylamine (62-75-9)
N-Nitroso-di-n-propylamine (621-64-7)
2,2'-Oxybis(1-chloropropane) (108-60-1)
Pentachlorophenol (87-86-5)
Phenanthrene (85-01-8)
Phenol (108-95-2)
Pyrene (129-00-0)
Pyridine (110-86-1)
2,3,4,6-Tetrachlorophenol (58-90-2)
2,3,5,6-Tetrachlorophenol (935-95-5)
1,2,4-Trichlorobenzene (120-82-1)
2,4,5-Trichlorophenol (95-95-4)
2,4,6-Trichlorophenol (88-06-2)

Réf. 31909: Additifs SVOC

1000 µg/ml de chaque composé dans le chlorure de méthylène, ampoule de 1 ml

Acrylamide (79-06-1)
Benzidine (92-87-5)
n-Decane (C10) (124-18-5)
Dibenz(a,h)acridine (226-36-8)
2,3-Dichloroaniline (608-27-5)
3,3'-Dichlorobenzidine (91-94-1)
Dimethoate (60-51-5)
Dinoseb (88-85-7)
Disulfoton (298-04-4)
Famphur (52-85-7)
n-Hexadecane (C16) (544-76-3)
Indene (95-13-6)
Methyl parathion (298-00-0)
6-Methylchrysene (1705-85-7)
4,4'-Methylene-bis(2-chloroaniline) (101-14-4)
n-Octadecane (C18) (593-45-3)
Parathion (ethyl parathion) (56-38-2)
Phorate (298-02-2)
Quinoline (91-22-5)
Sulfotepp (3689-24-5)
α-Terpineol (98-55-5)
o,o,o-Triethyl phosphorothioate (126-68-1)
Zalophus (thionazine) (297-97-2)

Réf. 32459: Solution étalon, Annexe IX n°1, révisé

2000 µg/ml de chaque composé dans le chlorure de méthylène, ampoule de 1 ml

2-Acetylaminofluorene (53-96-3)
4-Aminobiphenyl (92-67-1)
p-Dimethylaminoazobenzene (60-11-7)
3,3'-Dimethylbenzidine (o-tolidine) (119-93-7)
α,α-Dimethylphenethylamine (phentermine) (122-09-8)
1-Naphthylamine (1-aminonaphthalene) (134-32-7)
2-Naphthylamine (2-aminonaphthalene) (91-59-8)
N-Nitrosodibutylamine (924-16-3)
N-Nitrosodiethylamine (55-18-5)
N-Nitrosomethylethylamine (10595-95-6)
N-Nitrosomorpholine (59-89-2)
N-Nitrosopiperidine (100-75-4)
N-Nitrosopyrrolidine (930-55-2)
5-Nitro-o-toluidine (99-55-8)
1,4-Phenylenediamine (106-50-3)
2-Picoline (109-06-8)
o-Toluidine (95-53-4)

Réf. 32460 : Méthapyrilène

2000 µg/ml, chlorure de méthylène, ampoule de 1 ml
Méthapyrilène hydrochloride (135-23-9)

Réf. 31806: Solution étalon, Annexe IX n°2

1000 µg/ml de chaque composé dans le chlorure de méthylène, ampoule de 1 ml

Acetophenone (98-86-2)
Aramite (140-57-8)
Atrazine (1912-24-9)
Benzaldehyde (100-52-7)
Biphenyl (92-52-4)
ε-Caprolactam (105-60-2)
Chlorobenzilate (510-15-6)
1-Chloronaphthalene (90-13-1)
Diallate (2303-16-4)
Dibenz[a,j]acridine (224-42-0)
2,6-Dichlorophenol (87-65-0)
7,12-Dimethylbenz[a]anthracene (57-97-6)
1,4-Dioxane (123-91-1)
Diphenyl ether (101-84-8)
Ethyl methacrylate (97-63-2)
Ethyl methanesulfonate (62-50-0)
Hexachloropropene (1888-71-7)
Isodrin (465-73-6)
Isosafrole (cis & trans) (120-58-1)
Kepone (143-50-0)
3-Methylcholanthrene (56-49-5)
Methyl methanesulfonate (66-27-3)
1,4-Naphthoquinone (130-15-4)
4-Nitroquinoline-N-oxide (56-57-5)
Pentachlorobenzene (608-93-5)
Pentachloroethane (76-01-7)
Pentachloronitrobenzene (Quintozone) (82-68-8)
Phenacetin (62-44-2)
Propylamide (23950-58-5)
Safrole (94-59-7)
1,2,4,5-Tetrachlorobenzene (95-94-3)
1,3,5-Trinitrobenzene (99-35-4)

Réf. 31879 : Acide benzoïque

2000 µg/ml, chlorure de méthylène, ampoule de 1 ml

*Le 1,2-diphénylhydrazine (analyte de la liste 8270) se décompose en azobenzène (composé du mélange) dans l'injecteur.
††La N-Nitrosodiphénylamine est un composé chimique réactif pouvant induire une décomposition précoce d'autres molécules présentes dans le mélange. Pour cette raison, la diphénylamine est utilisée dans la préparation de cette solution.



Réf.

31907

Qté

Le kit



Solution étalon pour le réglage des GC-MS

1000 µg/ml, Chlorure de Méthylène, 1 ml/ampoule

Référence	Composés	Qté
31615	Benzidine (92-87-5)	L'unité
	4,4'-DDT (50-29-3)	
	DFTPP (decafluorotriphenylphosphine) (5074-71-5)	
	Pentachlorophenol (87-86-5)	

Solution-étalon de composés de substitution acides (4/89 SOW)

2000 µg/ml, Méthanol, 1 ml/ampoule

Référence	Composés	Qté
31025	2-Fluorophenol (367-12-4)	L'unité
	Phenol-d6 (13127-88-3)	
	2,4,6-Tribromophenol (118-79-6)	

Solution-étalon de substitution basiques et neutres (4/89 SOW)

1000 µg/ml, Chlorure de Méthylène, 1 ml/ampoule

Référence	Composés	Qté
31024	2-Fluorobiphenyl (321-60-8)	L'unité
	Nitrobenzene-d5 (4165-60-0)	
	p-Terphenyl-d14 (1718-51-0)	

Mélange d'étalons internes de SV révisé

4000 µg/ml, Chlorure de Méthylène, 1 ml/ampoule

Réf.	Composés	Qté
31886	Acenaphthene-d10 (15067-26-2)	L'unité
	Naphthalene-d8 (1146-65-2)	
	Chrysene-d12 (1719-03-5)	
	Perylene-d12 (1520-96-3)	
	Phenanthrene-d10 (1517-22-2)	
	1,4-Dichlorobenzene-d4 (3855-82-1)	
	1,4-Dioxane-d8 (17647-74-4)	