

Analyse rapide de gaz naturel avec l'analyseur de gaz naturel Micro GC Agilent 990

Auteur

Jie Zhang
Agilent Technologies, Inc.

Introduction

Le gaz naturel est un mélange naturel gazeux d'hydrocarbures constitué essentiellement de méthane, mais comportant généralement des quantités variables d'autres hydrocarbures tels que l'éthane, le propane, le butane et l'isobutane, le pentane et l'isopentane. On peut trouver parfois du dioxyde de carbone (CO₂), de l'azote, du sulfure d'hydrogène (H₂S), ou de l'hélium en faibles concentrations avec les hydrocarbures.

Le gaz naturel est une source d'énergie utilisée pour chauffer, cuisiner et produire de l'électricité. Il sert aussi de carburant pour les véhicules ainsi que de matière première chimique dans la fabrication des plastiques et autres dérivés importants.

Dans la majeure partie du monde, le gaz naturel est commercialisé en fonction de sa valeur énergétique. La précision des informations sur la composition du gaz naturel peut aider à déterminer son pouvoir calorifique unitaire, un critère essentiel d'un point de vue commercial. L'approche traditionnelle de l'analyse du gaz naturel repose principalement sur un système GC de laboratoire classique avec une configuration multicolonne et multivannes complexe. Il faut compter généralement entre 6 et 20 minutes pour réaliser l'analyse (selon la configuration et les composés d'intérêt à analyser). Comparé à une plateforme GC traditionnelle, le Micro GC Agilent 990 est beaucoup plus compact et consomme une quantité bien moins importante de gaz vecteur et d'énergie. Mais surtout, il peut effectuer une analyse de gaz naturel plus rapidement. L'approche de l'analyse d'échantillons complexes de gaz par le Micro GC 990 consiste à analyser diverses parties de l'échantillon sur différentes voies, puis à associer et normaliser les résultats de ces voies afin d'obtenir des informations complètes sur la totalité de l'échantillon. Étant donné que chaque voie est focalisée sur un sous-ensemble de l'échantillon, la méthode est facilement optimisée et offre une plus grande vitesse d'exécution sans compromettre la résolution.

Cette étude porte sur les quatre types d'analyseurs de gaz naturel (NGA) basés sur la plateforme Micro GC 990. Chacune des voies analytiques de l'analyseur est sélectionnée pour certains composants du gaz naturel selon les besoins spécifiques à l'analyse. La méthode analytique chargée sur l'analyseur est optimisée en usine et vérifiée au moyen d'un étalon de gaz naturel simulé. Afin de démontrer la validité de la méthode, tous les résultats des tests seront reproduits sur le site du client.

Données expérimentales

Tableau 1. Configurations des voies pour les quatre analyseurs de gaz naturel.

Analyseurs de gaz naturel (NGA)	Analyseur de gaz naturel A	Analyseur de gaz naturel A étendu	Analyseur de gaz naturel B	Analyseur de gaz naturel B étendu
Option G3599A	#120	#121	#122	#123
Voie 1	Voie HayeSep A droite de 40 cm	Voie HayeSep A à rétrobalayage de 40 cm	CP-PoraPLOT U à rétrobalayage de 10 m	CP-Molesieve 5Å à rétrobalayage de 10 m, option stabilité des temps de rétention (RTS)
Voie 2	CP-Sil 5CB droite de 6 m	CP-Sil 5CB à rétrobalayage de 4 m	CP-Sil 5CB droite de 6 m	CP-PoraPLOT U à rétrobalayage de 10 m
Voie 3		CP-Sil 5CB droite de 8 m		CP-Sil 5CB droite de 6 m
Analyse	Air, CO ₂ Hydrocarbures de C ₁ à C ₉	Air, CO ₂ Hydrocarbures de C ₁ à C ₁₂	Air, CO ₂ Hydrocarbures de C ₁ à C ₉ H ₂ S	Air, CO ₂ Hydrocarbures de C ₁ à C ₉ H ₂ S Gaz permanents (O ₂ , N ₂ , He, H ₂)

Tableau 2. Composition des étalons de gaz utilisés dans le test de l'analyseur.

Composé	Concentration (% mol)
Gaz naturel simulé	
Azote	1,01 %
Oxygène	0,02 %
Dioxyde de carbone	5 %
Méthane	Complément
Éthane	1,5 %
Propane	0,40 %
Isobutane	0,05 %
Butane	0,05 %
2,2-Diméthylpropane	0,01 %
Isopentane	0,03 %
Pentane	0,03 %
2,2-Diméthylbutane	0,01 %
Hexane	0,005 %
Heptane	0,005 %
Octane	0,005 %
Nonane	0,005 %

Composé	Concentration (% mol)
Mélange d'hydrocarbures de C₆ à C₁₀ dans l'hélium	
Hexane	0,005 %
Heptane	0,005 %
Octane	0,005 %
Nonane	0,005 %
Décane	0,005 %

Composé	Concentration (% mol)
He/Ne/H₂/O₂/N₂ dans du méthane	
Hélium	0,10 %
Néon	0,05 %
Hydrogène	0,10 %
Oxygène	0,05 %
Azote	0,10 %
Méthane	Complément

Tableau 3. Conditions de chaque voie pour l'analyse d'échantillon.

Type de voie	Température de colonne (°C)	Pression de colonne (kPa)	Temps de rétrobalayage (s)	Gaz vecteur
HayeSep A droite de 40 cm	60	260	S.o.	Hélium
CP-Sil 5CB droite de 6 m	70	175	S.o.	Hélium
HayeSep A à rétrobalayage de 40 cm	90	340	150	Hélium
CP-Sil 5CB à rétrobalayage de 4 m	60	150	11	Hélium
CP-Sil 5CB droite de 8 m	150	200	S.o.	Hélium
CP-PoraPLOT U à rétrobalayage de 10 m	80	150	12	Hélium
CP-MoleSieve 5Å à rétrobalayage de 10 m (RTS)	80	200	8	Hélium/argon

Analyseurs de gaz naturel (NGA)

Analyseur de gaz naturel à deux voies (figure 1A)

L'injecteur d'échantillon est situé sur la façade de l'instrument pour en faciliter l'accès. Les raccordements pour le gaz vecteur et l'évent de la colonne/de l'échantillon se trouvent au dos du système GC.

L'échantillon est aspiré (en mode pompe) via l'injecteur d'échantillon ou poussé (en mode débit continu) dans la boucle d'échantillonnage. Le port de l'injecteur et ses tubes de raccordement à chaque voie sont désactivés pour des questions d'inertie. Cette mesure est utile lors de l'analyse de composants actifs à faible concentration tels que H_2S . Le port d'injection peut être chauffé jusqu'à $110\text{ }^\circ\text{C}$ pour éviter la condensation de l'échantillon.

Une fois la boucle d'échantillonnage purgée et remplie par l'échantillon dans l'injecteur, la vanne d'injection est activée et l'échantillon est injecté dans la colonne analytique ou la précolonne (voie à rétrobalayage) pour être analysé. La quantité d'échantillon injecté est contrôlée par le temps d'injection. En général, le temps d'injection varie de 20 à 100 ms en fonction de la concentration des échantillons. Plus le temps d'injection est long, meilleure est la réponse du TCD. Chaque voie sépare ses composés cibles et génère un chromatogramme. Le temps de rétention (TR) des différents pics permet d'identifier les composés. La réponse des pics sert à calculer la concentration d'après la courbe ESTD (étalon externe) établie sur chaque voie ; la concentration définitive de chacun des composés de l'échantillon entier est calculée en normalisant la concentration de tous les composants quantifiés.

Version étendue de l'analyseur de gaz naturel (figure 1B).

La version étendue de l'analyseur permet d'accueillir trois voies pour l'analyse du gaz naturel. C'est l'association du compartiment de base et du compartiment d'extension des voies qui permet de placer jusqu'à quatre voies contrôlées par une carte mère.

L'écran tactile couleur est fourni pour une plus grande convivialité. Cet écran indique la configuration du système et affiche les valeurs actuelles et les consignes de pression et de température de chaque voie. Les utilisateurs peuvent voir facilement la version du programme, la licence de l'instrument, son adresse IP et les autres paramètres réseau. Les informations peuvent être affichées en deux langues : anglais et chinois. L'écran tactile permet de basculer facilement d'une langue à l'autre. Une barre d'état affiche différentes couleurs en bas de l'écran tactile pour indiquer l'état de l'instrument. On trouve également une diode LED située dans la partie supérieure droite pour cette même fonction, avec des voyants de couleur classiques :

- vert si le système est prêt et réglé sur les consignes ;
- jaune s'il n'est pas prêt ;
- rouge en cas d'erreur ;
- vert clignotant en cours d'analyse.

La configuration des voies de chaque analyseur dépend de la composition du gaz naturel ou des composés d'intérêt. La voie de type tamis moléculaire est destinée à l'analyse des gaz permanents, du méthane et du monoxyde de carbone. La voie de type CP-PoraPLOT U sert à l'analyse de H_2S et des composés en C_1 à C_3 . La voie CP-Sil 5CB est prévue pour l'analyse d'hydrocarbures plus lourds que C_2 .

L'option de rétrobalayage a pour but de protéger la colonne analytique. Par exemple, le CO_2 et l'humidité sont facilement adsorbés sur une colonne Molesieve 5Å , ce qui peut entraîner un décalage du TR. Il faut ensuite du temps pour conditionner la colonne et rétablir ses performances. Si d'autres hydrocarbures pénètrent dans la voie à tamis moléculaire, ils élueront après un délai relativement long, augmentant non seulement le temps d'analyse, mais aussi le bruit de ligne de base. L'option rétrobalayage peut permettre de piéger et d'évacuer l'humidité, le CO_2 et les hydrocarbures ($>C_1$) afin de protéger la colonne analytique Molesieve 5Å . Les colonnes PoraPLOT U et HayeSep A disposent également des options rétrobalayage afin d'empêcher les hydrocarbures plus lourds que C_3 de pénétrer dans la colonne analytique, de réduire le temps d'analyse sur les deux voies, et d'éviter l'interférence de composés plus lourds lors de la prochaine analyse.



Figure 1A. Analyseur de gaz naturel à deux voies. Le cercle rouge indique l'injecteur d'échantillon.



Figure 1B. Analyseur de gaz naturel à trois voies. Le cercle rouge indique l'injecteur d'échantillon.

Analyseur de gaz naturel A

Voie 1 : voie HayeSep A droite de 40 cm pour l'analyse de l'air, du méthane, du CO₂, de l'éthane et du propane.

Les chromatogrammes des cinq composés de cette voie sont représentés sur les figures 2A et 2B. Les cinq composés ciblés ont été correctement séparés. L'analyse s'est achevée en deux minutes.

Voie 2 : voie CP-Sil 5CB droite de 6 m pour l'analyse des hydrocarbures, du propane au nonane.

L'hexane est élué en 50 secondes, et l'octane en trois minutes environ.

Il faut approximativement cinq minutes pour détecter le nonane.

Les chromatogrammes des composés de C₃ à C₉ sont illustrés sur les figures 3A et 3B. Le propane peut être analysé sur les deux voies comme composant de liaison.

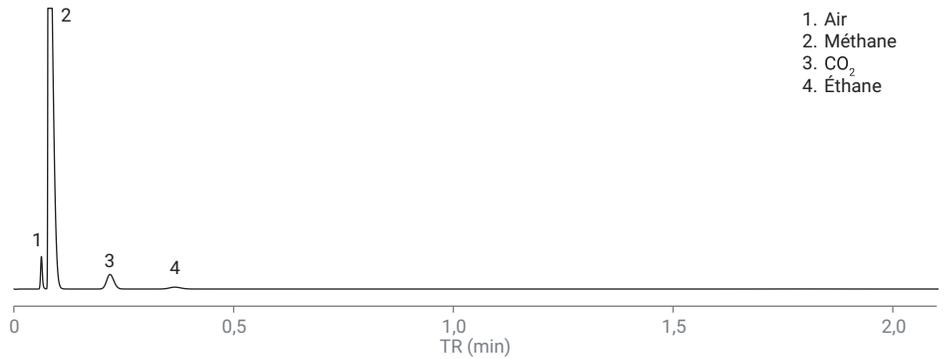


Figure 2A. Analyse de l'air, du CO₂, et des composés de C₁ à C₃ sur une voie HayeSep A droite.

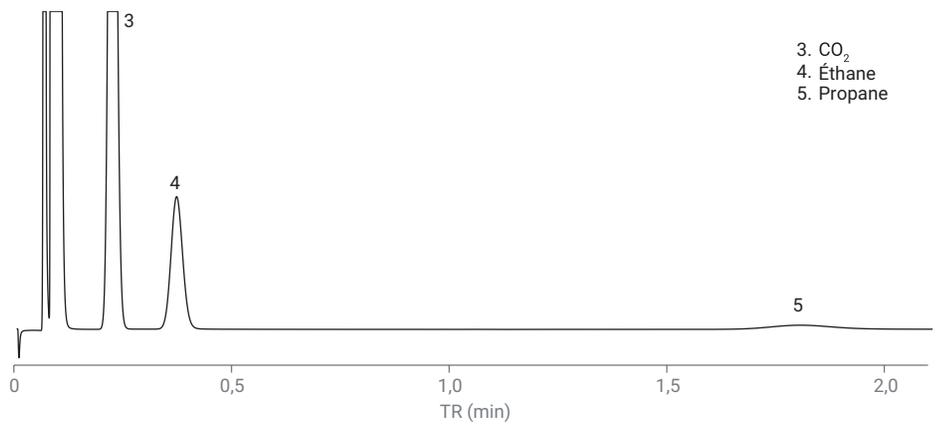


Figure 2B. Chromatogramme agrandi du propane sur une voie HayeSep A droite.

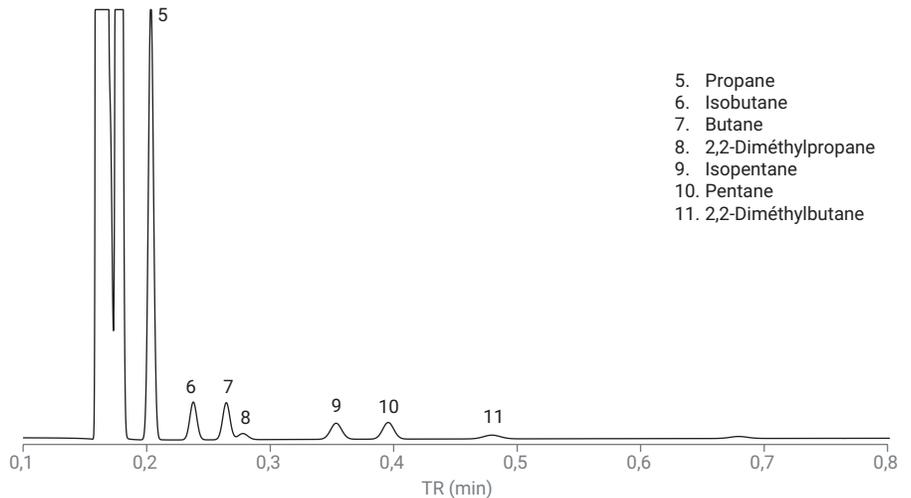


Figure 3A. Composés de C₃ à C₅ sur une voie CP-Sil 5CB de 6 m.

Analyseur de gaz naturel A étendu

Voie 1 : voie HayeSep A à rétroabalayage de 40 cm pour l'analyse de l'air, du méthane, du CO₂, de l'éthane et du propane.

Les composés plus lourds (>C₃) sont rétroabalayés avant de pénétrer dans la voie analytique afin d'écourter le temps d'analyse sans avoir à attendre leur élution tardive. Cela permet aussi d'éviter leur interférence avec l'analyse suivante. Le raccordement de la colonne HayeSep A avec l'option rétroabalayage diffère du raccordement de l'option droite, et les conditions analytiques optimisées ne sont donc pas les mêmes selon l'option retenue. La pression et la température de colonne utilisées pour une séparation rapide avec l'option rétroabalayage de la voie HayeSep sont plus importantes. Les chromatogrammes de l'analyse de gaz naturel sur la voie HayeSep A à rétroabalayage de 40 cm sont illustrés sur les figures 4A et 4B.

Voie 2 : voie CP-Sil 5CB à rétroabalayage de 4 m pour l'analyse des hydrocarbures de C₃ à C₅.

Les composés plus lourds que C₅ ont été rétroabalayés vers le port de mise à pression atmosphérique via la précolonne. L'analyse s'est achevée en 30 secondes. Le chromatogramme est illustré sur la figure 5.

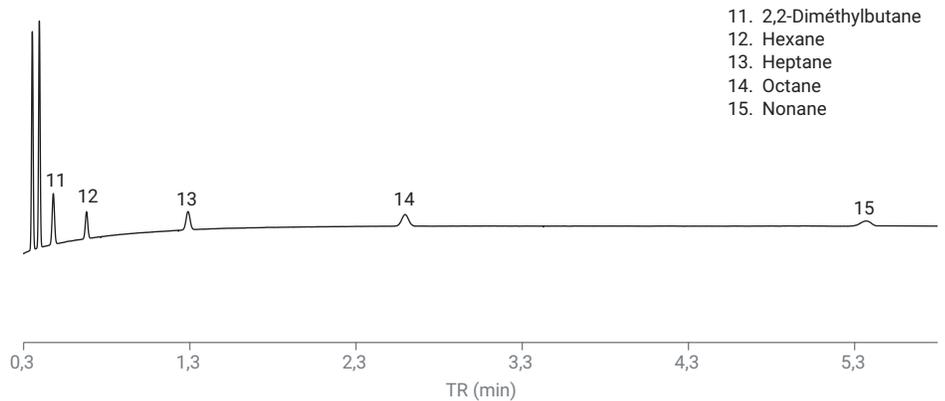


Figure 3B. Composés de C₆ à C₉ sur une voie CP-Sil 5CB de 6 m.

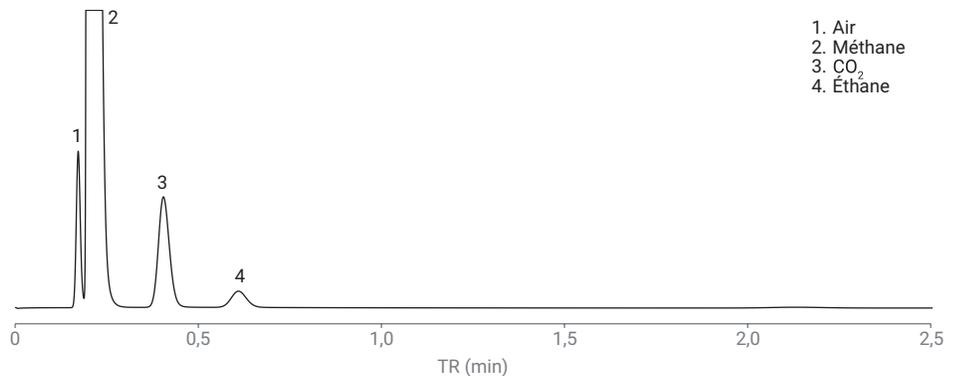


Figure 4A. Air, CO₂, et C₁ à C₃ sur voie HayeSep A à rétroabalayage.

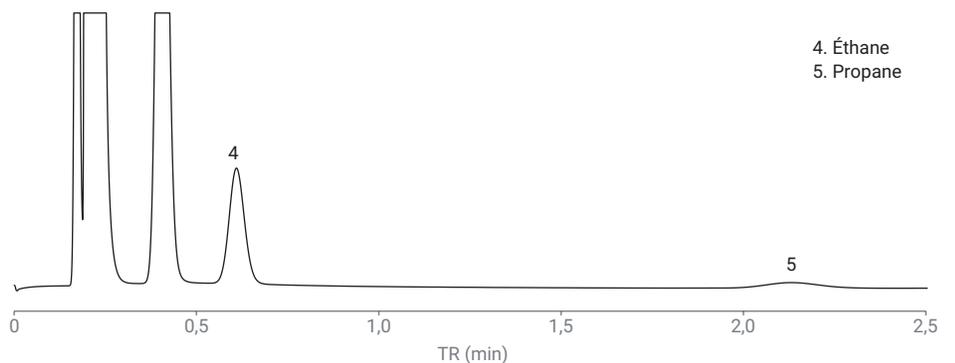


Figure 4B. Propane sur une voie HayeSep A à rétroabalayage.

Voie 3 : voie CP-Sil 5CB droite de 8 m pour analyser les composants en C₆ et supérieurs à C₆.

Le chromatogramme des composants de C₆ à C₁₀ sur la voie 5CB droite de 8 m est illustré sur la figure 6.

Non seulement les voies 2 et 3 de l'analyseur A remplissent la fonction de la voie 2 de l'analyseur A, mais elles étendent également la plage d'analyse des hydrocarbures jusqu'à C₁₂ sans compromettre la rapidité. La fonction de rétrobalayage de la voie CP-Sil 5CB de 4 m assure l'analyse en 30 secondes des hydrocarbures de C₃ à C₅, sans interférence par les composants lourds. Une température élevée de 150 °C sur la voie 3 accélère l'élution des composants en C₆/supérieurs à C₆. Pour obtenir une bonne séparation de l'hexane et du pentane sur une colonne à haute température, on utilise une colonne CP-Sil 5CB de 8 m. Le chromatogramme (figure 6) indique que le décane est élué à environ 100 secondes dans des conditions optimisées. Le résultat est identique à celui de nos travaux antérieurs sur les analyseurs de gaz naturel 490 Agilent.¹

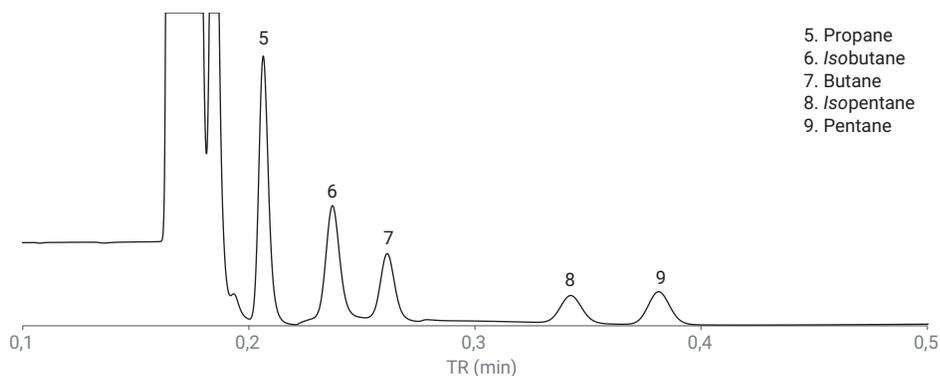


Figure 5. Composés de C₃ à C₅ sur une voie CP-Sil 5CB à rétrobalayage de 4 m.

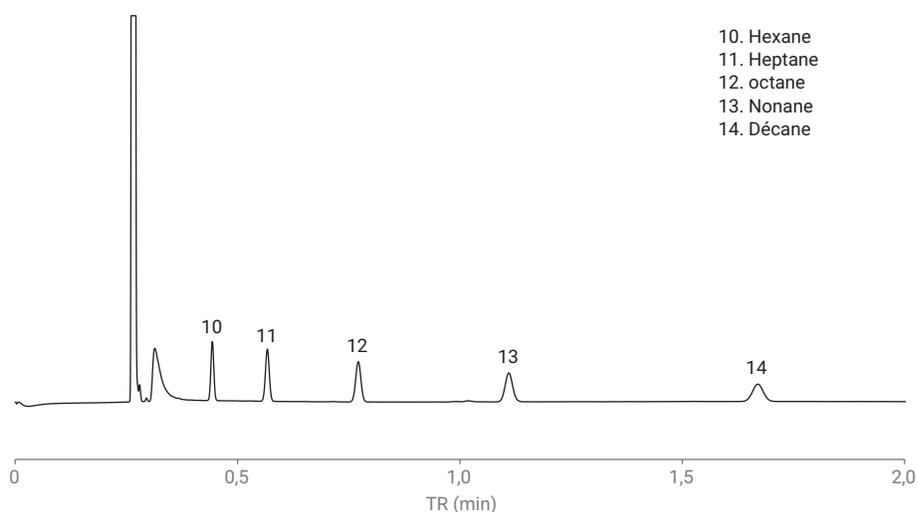


Figure 6. Mélange de C₆ à C₁₀ sur une voie CP-Sil 5CB de 8 m.

Analyseur de gaz naturel B

Voie 1 : voie CP-PoraPLOT U à rétroabalayage de 10 m pour l'analyse de l'air, du méthane, de H₂S, de l'éthane et du propane.

La mesure de H₂S est importante pour la spécification de la qualité du gaz, du fait de sa nature corrosive sur le matériau des pipelines, et de ses effets sur les équipements utilisés. La colonne CP-PoraPLOT U (PPU) convient à l'analyse de H₂S. Le Micro GC 990 applique une technique de désactivation exclusive au circuit de ses échantillons, ce qui réduit l'adsorption des composés actifs, améliore la forme de leurs pics et permet de mieux les détecter. La figure 7B présente une forme satisfaisante de pic de H₂S sur la colonne PPU. La séparation de H₂S, du méthane et de l'air s'effectue correctement sur cette voie. Le composé le plus lourd analysé ici est le propane. Si des hydrocarbures en C₄ et plus lourds étaient analysés sur une voie PPU, leur élution aurait lieu beaucoup plus tard, avec des traînées de pics à la température de colonne appliquée. C'est la raison pour laquelle ils sont analysés sur la voie CP-Sil 5CB.

Voie 2 : voie CP-Sil 5CB droite de 6 m pour l'analyse du propane au nonane.

Il s'agit de la même voie que celle utilisée par l'analyseur de gaz naturel A. Pour les chromatogrammes, se reporter aux figures 3A et 3B.

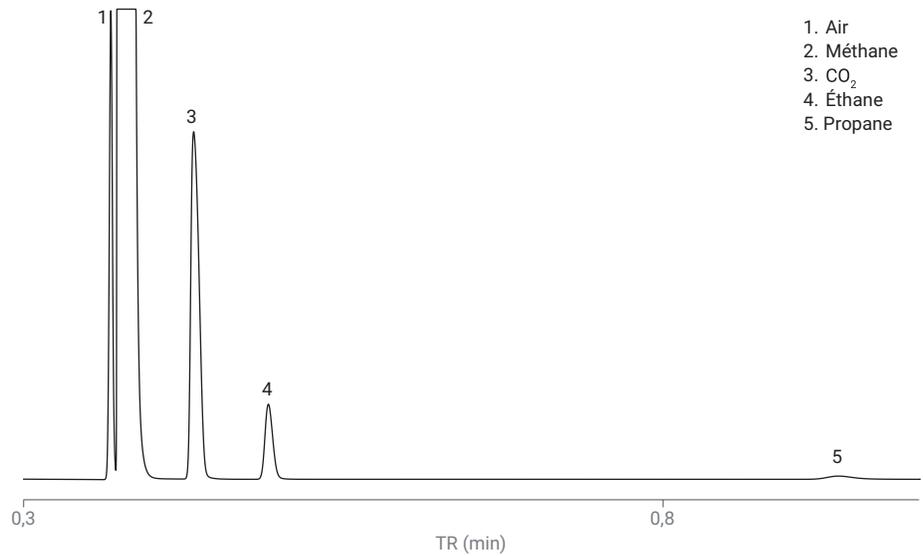


Figure 7A. Air, CO₂, et hydrocarbures de C₁ à C₃ sur une voie CP-PoraPLOT U à rétroabalayage de 10 m.

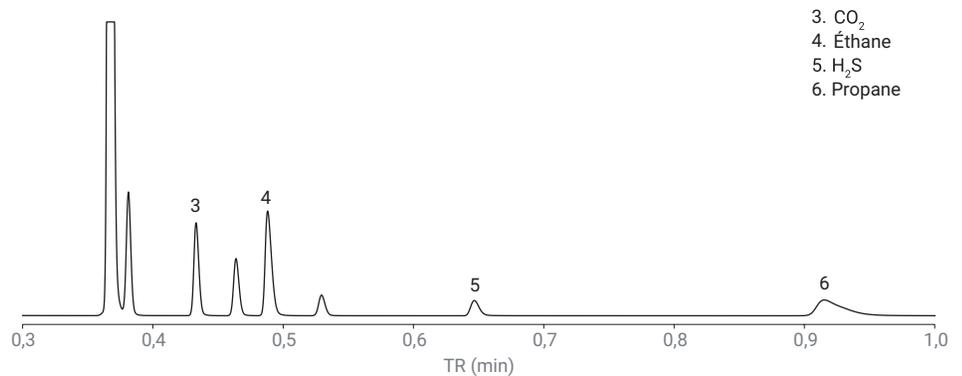


Figure 7B. Sulfure d'hydrogène sur une voie CP-PoraPLOT U à rétroabalayage de 10 m.

Analyseur de gaz naturel B étendu

Voie 1 : voie CP-MoleSieve 5Å à rétrobalayage de 10 m.

Les gaz permanents du gaz naturel, y compris l'hélium, le néon, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote et le méthane, sont généralement analysés sur des colonnes à phase stationnaire avec tamis moléculaire. Comparée aux autres types de phase stationnaire, la colonne MoleSieve 5Å atteint la séparation à la ligne de base des gaz permanents et ce, à température ambiante, voire au-dessus, sans nécessiter de refroidisseurs coûteux.

L'argon et l'hélium peuvent servir de gaz vecteur. On utilise généralement de l'hélium pour l'analyse de l'azote et de l'oxygène avec une bonne réponse du détecteur. L'analyse de faibles concentrations d'hélium et l'analyse complète de l'hydrogène s'effectuent généralement avec de l'argon comme gaz vecteur.

Les colonnes à tamis moléculaire sont sensibles à l'humidité et au CO₂. C'est la raison pour laquelle une option assurant la stabilité des temps de rétention (RTS) est placée entre le module électronique de régulation dynamique des gaz (DEGC) et la colonne analytique. En fonctionnant comme un filtre en ligne, l'option RTS piège l'humidité et le CO₂ avant que le gaz vecteur ne pénètre dans la colonne à tamis moléculaire, assurant ainsi une stabilité durable des temps de rétention sur cette voie.

Les chromatogrammes des gaz permanents de la voie MoleSieve 5Å, avec l'hélium et l'argon comme gaz vecteurs, sont illustrés sur les figures 8A et 8B. Au niveau de concentration testé (500 à 1 000 ppm), l'hélium et l'hydrogène sont plus faciles à détecter avec l'argon comme gaz vecteur.

Voie 2 : voie CP-PoraPLOT U à rétrobalayage de 10 m pour l'analyse du CO₂, de H₂S, de l'éthane et du propane.

Voie 3 : voie CP-Sil 5CB droite de 6 m pour l'analyse du propane au nonane.

Les voies 2 et 3 de l'analyseur B étendu sont identiques aux deux voies utilisées par l'analyseur B. Pour les chromatogrammes, se référer aux figures 7B, 3A et 3B.

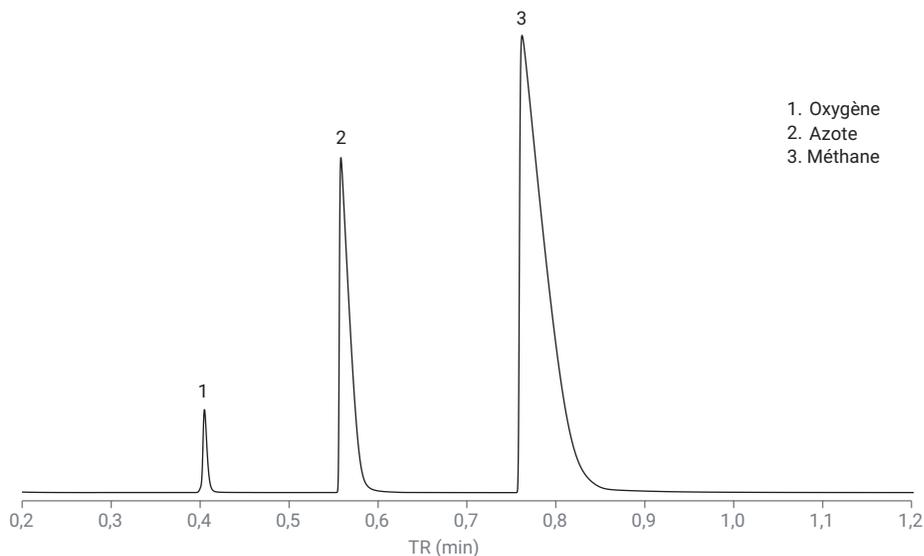


Figure 8A. Oxygène, azote et méthane sur une voie CP-Molesieve 5 Å à rétrobalayage avec de l'hélium comme gaz vecteur.

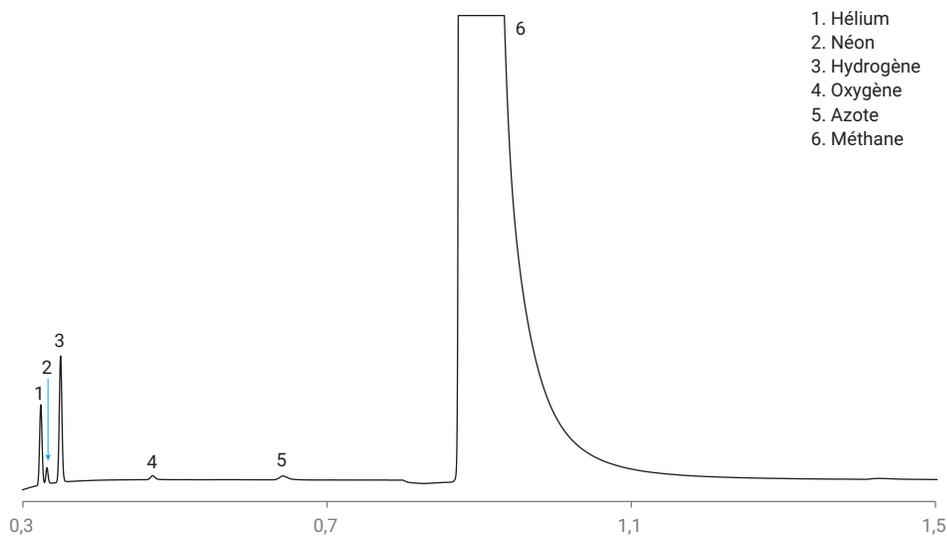


Figure 8B. Hélium, néon, hydrogène, oxygène, azote et méthane sur une voie CP-Molesieve 5 Å à rétrobalayage avec de l'argon comme gaz vecteur.

TR de l'analyseur et reproductibilité de la réponse

La reproductibilité de l'instrument est indispensable à une qualification correcte et une quantification exacte. La reproductibilité sur 10 injections des TR de l'instrument et des aires de réponse des analyseurs A, B et B étendu est illustrée sur les tableaux 4A et 4B. Concernant les analyseurs B et B étendu, les écart-types relatifs des TR et des aires sont indiqués sur la CP-PoraPLOT U de 10 m et la voie à tamis moléculaire. Les résultats de la reproductibilité des hydrocarbures de C₄ à C₉ sur la voie CP-Sil 5CB de 6 m étaient identiques à ceux de la voie 2 de l'analyseur A, comme indiqué au tableau 4A. La reproductibilité des TR des trois analyseurs est inférieure à 0,1 % et celle des aires se situe entre 0,1 et 2 %. Les excellentes performances de la reproductibilité étaient en partie dues à un contrôle pneumatique et thermique de haute précision, ainsi qu'à une détection stable et sensible du détecteur à conductivité thermique (TCD).

Tableau 4A. Reproductibilité des TR et des aires sur l'analyseur A.

Composé	TR/min	Écart-type relatif du TR (%)	Aire (mv × s)	Écart-type relatif de l'aire (%)
Azote/oxygène	0,063	0,081	10,73	0,09
Méthane	0,079	0,074	426,69	0,04
Dioxyde de carbone	0,219	0,022	19,89	0,02
Éthane	0,366	0,014	4,12	0,05
Propane	0,203	0,004	6,685	0,02
Isobutane	0,238	0,002	0,787	0,03
Butane	0,264	0,003	0,813	0,03
2,2-Diméthyl-propane	0,278	0,005	0,169	0,12
Isopentane	0,353	0,002	0,538	0,22
Pentane	0,396	0,002	0,555	0,11
2,2-Diméthyl-butane	0,480	0,002	0,191	0,33
Hexane	0,679	0,003	0,106	1,0
Heptane	1,290	0,007	0,118	1,1
Octane	2,596	0,017	0,129	1,00
Nonane	5,382	0,002	0,137	1,90

Tableau 4B. Reproductibilité des TR et des aires sur l'analyseur B/voie CP-PoraPLOT U et l'analyseur B étendu/voie CP-Molesieve 5Å.

CP-PoraPLOT U à rétrobalayage de 10 m				
Composé	TR (min)	Écart-type relatif du TR (%)	Aire (mv × s)	Écart-type relatif de l'aire (%)
Azote/oxygène	0,368	0,006	12,646	0,34
Méthane	0,374	0,001	495,347	0,36
Dioxyde de carbone	0,414	0,006	23,826	0,37
Éthane	0,487	0,007	4,748	0,37
Propane	0,932	0,014	0,879	0,46
CP-Molesieve 5Å à rétrobalayage de 10 m				
Composé	TR (min)	Écart-type relatif du TR (%)	Aire (mv × s)	Écart-type relatif de l'aire (%)
Hélium	0,308	0,006	1,28	0,04
Néon	0,316	0,006	0,231	0,22
Hydrogène	0,333	0,006	2,137	0,06

Calcul des propriétés physiques du gaz naturel

La valeur économique du gaz naturel est déterminée par plusieurs propriétés physiques clés, notamment son pouvoir calorifique, sa compressibilité, l'indice de Wobbe, etc. En suivant les normes internationales, ces propriétés ont été calculées à partir de la concentration de chaque composé identifié dans le gaz naturel et de leurs paramètres physicochimiques précis. Agilent OpenLab CDS, OpenLab EZchrom, et OpenLab ChemStation figurent parmi les choix de systèmes de données chromatographiques dont dispose l'analyseur de gaz naturel pour collecter des données, puis identifier et quantifier les constituants du gaz naturel. Les résultats de la quantification sont transférés au logiciel EZReporter (figure 9) pour le calcul des propriétés physiques essentielles. Le logiciel EZReport 4.0 est conforme aux normes ASTM D3588, ASTM D2598, GPA 2172, GPA 2177, ISO 6976 et ISO 8973 pour les calculs concernant l'analyse du gaz naturel. Les résultats de ces calculs peuvent faire l'objet de rapports, de surveillance, de tracé des tendances et d'exportation dans EZReport.

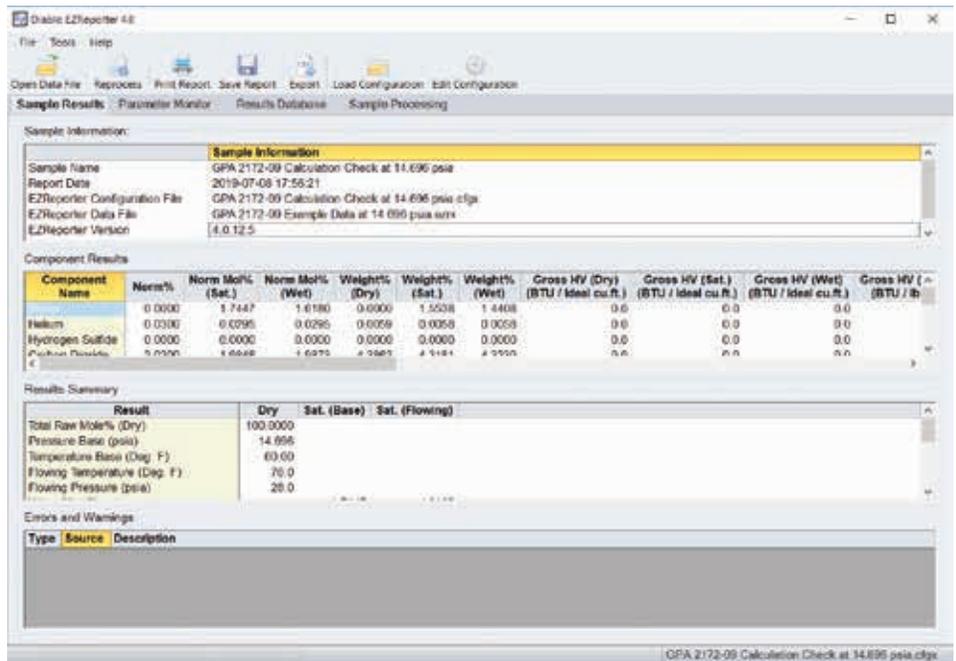


Figure 9. Calculs basés sur le GPA 2172-09 par Diablo EZReport 4.0.

Conclusion

Cette étude passe en revue les quatre types d'analyseurs de gaz naturel basés sur la plateforme Micro GC 990. La configuration de chaque analyseur est déterminée par la composition du flux du gaz naturel ciblé. L'analyseur de gaz naturel A sépare l'air, le méthane, le dioxyde de carbone et les hydrocarbures de C₂ à C₆ en deux minutes. L'analyse des composés plus lourds, jusqu'à C₉, peut être réalisée en cinq minutes environ. Pour permettre l'analyse générale rapide d'un gaz naturel avec des hydrocarbures lourds jusqu'à C₁₂, on utilisera l'analyseur de gaz naturel A étendu équipé de trois voies. L'analyseur de gaz naturel B analyse des échantillons d'une composition similaire à ceux de l'analyseur de gaz naturel A, mais avec une capacité d'analyse additionnelle

pour H₂S. L'analyseur de gaz naturel B étendu peut effectuer l'analyse des gaz permanents, de H₂S et d'autres constituants généraux du gaz naturel (hydrocarbures jusqu'à C₉). Les options rétrobalayage servent à protéger la colonne analytique des contaminants lourds et évitent pour chaque analyse les interférences dues aux composés lourds de l'analyse précédente.

L'excellente performance de l'instrument s'observe dans la reproductibilité des TR et des aires, ce qui garantit des résultats de qualification et de quantification extrêmement fiables.

Les analyseurs de gaz naturel peuvent s'utiliser au laboratoire, en ligne et sur le terrain. Ils offrent des solutions d'analyse du gaz naturel rapides, portables et peu énergivores.

Référence

1. Fast Analysis of Natural Gas using the Agilent 490 Micro GC Natural Gas Analyzer, *note d'application Agilent Technologies*, numéro de publication 5991-0275EN, **2011**.

www.agilent.com/chem

Ces informations peuvent être modifiées sans préavis.

© Agilent Technologies, Inc. 2019
Imprimé aux États-Unis, le 26 septembre 2019
5994-1040FR

