

Analyse de produits gazeux issus de la réduction du CO₂ avec le Micro GC Agilent 990

Auteur

Fei Jiang
Agilent Technologies, Inc.

Résumé

Cette note d'application décrit l'utilisation du Micro GC Agilent 990 destiné à l'analyse du CO₂ pour déterminer des produits gazeux de réduction, ce qui peut servir à évaluer les performances d'un catalyseur ou à contrôler le procédé lors de la réduction du CO₂. Deux voies – avec une colonne Agilent CP-Molsieve 5 Å et une colonne PoraPLOT U – ont été employées pour analyser des produits issus de la réduction du CO₂, à savoir l'hydrogène (H₂), le monoxyde de carbone (CO), le méthane (CH₄), l'éthane (C₂H₆) et l'éthène (C₂H₄).

Introduction

Le charbon et le pétrole sont les principales sources d'énergie qui alimentent les activités humaines depuis plus d'un siècle. Un usage excessif de ces ressources a provoqué une augmentation drastique du dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère. La concentration atmosphérique du CO₂ est passée d'environ 280 ppm en 1750 à environ 385 ppm aujourd'hui, et elle devrait atteindre environ 500 ppm en 2050. Cette hausse fait monter la température moyenne de l'atmosphère, menaçant ainsi toutes les formes de vie à la surface de la planète. La conversion du CO₂ en d'autres matières carbonées utiles, pour former un système de recyclage durable, est l'une des voies qui permettraient de réduire les risques climatiques associés à l'accroissement de la concentration en CO₂.

Une solution idéale consiste à convertir le CO₂ atmosphérique en petites molécules organiques présentant une meilleure densité énergétique, telles que le monoxyde de carbone, le méthane, l'éthane, l'éthène, l'acide formique, le méthanol, etc. à l'aide d'énergie renouvelable. Cette stratégie permet non seulement de réduire l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère, mais aussi de produire des carburants et des produits chimiques industriels utiles, limitant ainsi notre dépendance aux ressources fossiles conventionnelles. Pour ce faire, diverses approches de la réduction du CO₂, notamment des méthodes électrochimiques, photochimiques, biochimiques et thermochimiques, ont été proposées ces dix dernières années et font depuis l'objet de nombreuses recherches.

Il convient de suivre la concentration des produits issus de la réduction du CO₂ durant le processus de réduction. Les produits gazeux couramment obtenus après réduction du CO₂ sont H₂, CO, CH₄, C₂H₆ et C₂H₄ dans le complément de CO₂. Le Micro GC 990 fournit une mesure rapide et précise des produits issus de la réduction du CO₂, rendant ainsi la recherche sur la réduction du CO₂ plus efficace.

Données expérimentales

Voie 1 : Voie avec colonne Agilent CP-Molsieve 5 Å à rétrobalayage de 10 m, avec précolonne de 5 m et option stabilité des temps de rétention (RTS), pour l'analyse de H₂, CH₄ et CO. Les options rétrobalayage et RTS permettent de protéger la colonne Molsieve 5 Å de l'humidité, du CO₂ et d'autres contaminants, ce qui est bénéfique pour la reproductibilité à long terme des TR et les performances de la colonne Molsieve 5 Å.

Voie 2 : Voie de chromatographie en phase normale avec colonne Agilent CP-PoraPLOT U de 10 m, pour l'analyse de CH₄, CO₂, C₂H₄ et C₂H₆.

Tableau 1. Méthodes analytiques mises en œuvre pour l'analyse d'échantillon.

Type de voie	Précolonne de 5 m et colonne Agilent CP-Molsieve 5 Å de 10 m avec RTS, rétrobalayage	Colonne Agilent CP-PoraPLOT U de 10 m, droite
Gaz vecteur	He	He
Température d'injecteur	60 °C	50 °C
Température de colonne	60 °C	40 °C
Pression de colonne	180 kPa	100 kPa
Durée d'injection	100 ms	20 ms

Tableau 2. Composition du gaz étalon.

Composants	Concentration (ppm)
Hydrogène	98,7
Méthane	99,7
Monoxyde de carbone	491,9
Dioxyde de carbone	Complément
Éthylène	49,6
Éthane	50,0

La figure 1 montre que la voie avec rétrobalayage et RTS avec colonne CP-Molsieve 5 Å de 10 m permet de séparer de manière satisfaisante H₂, CH₄ et CO en 2,5 minutes. La figure 2 montre que la voie de chromatographie en phase normale avec colonne CP-PoraPLOT U de 10 m permet de séparer de manière satisfaisante CH₄, CO₂, C₂H₄ et C₂H₆ en 2 minutes. Du fait de la forte concentration du CO₂ qui sert de gaz de complément dans le gaz étalon et afin de garantir une séparation satisfaisante du CO₂ et des composants légers dans la précolonne ainsi qu'un rétrobalayage complet du CO₂, la voie avec rétrobalayage et RTS avec colonne CP-Molsieve 5 Å RTS de 10 m utilise une précolonne de 5 m pour rétrobalayer le gaz de complément à base de CO₂. La température de la colonne est fixée à 60 °C.

Le tableau 3 présente les résultats de reproductibilité des 10 analyses de l'échantillon. L'écart-type relatif (% RSD) du TR est inférieur à 1 % et l'écart-type relatif de l'aire des pics est inférieur à 3 % pour tous les composants avec la voie par CP-Molsieve 5 Å de 10 m.

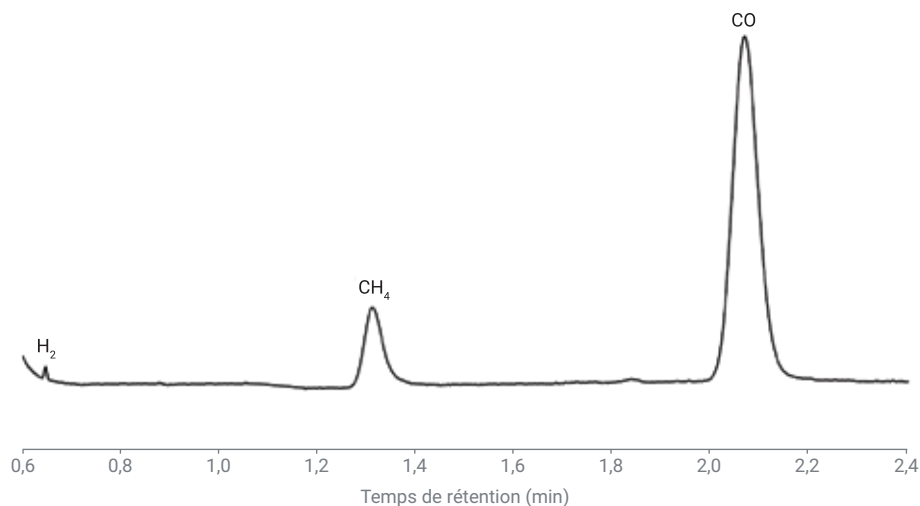


Figure 1. Chromatogramme de H₂, CH₄ et CO sur la voie avec colonne Agilent CP-Molsieve 5 Å de 10 m.

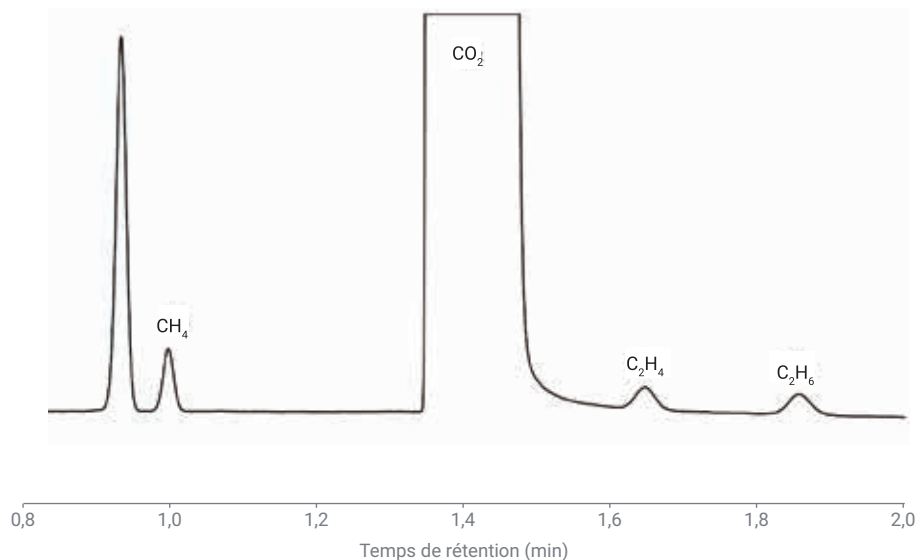


Figure 2. Chromatogramme de CH₄, CO₂, C₂H₄ et C₂H₆ sur la voie avec colonne Agilent CP-PoraPLOT U de 10 m.

Tableau 3. Reproductibilité du TR et de l'aire sur 10 analyses du gaz étalon.

Composés	TR (min)	RSD du TR (%)	Aire (mv × s)	RSD de l'aire des pics (%)
Hydrogène	0,643	0,07	0,003	2,33
Méthane	0,988	0,00	0,084	2,10
Monoxyde de carbone	1,845	0,87	0,970	0,71
Dioxyde de carbone	1,342	0,04	1120,3	0,23
Éthylène	1,628	0,03	0,053	1,78
Éthane	1,834	0,04	0,062	2,33

Conclusion

Cette étude illustre l'applicabilité du Micro GC 990 à l'analyse des produits gazeux issus de la réduction du CO₂, laquelle peut servir à l'évaluation des performances du catalyseur ou au contrôle des procédés dans la réduction du CO₂. La précision de la quantification a été évaluée à l'aide de 10 analyses consécutives du gaz étalon avec une reproductibilité du TR inférieure à 1% et une reproductibilité de l'aire inférieure à 3%, démontrant ainsi les excellentes performances de l'instrument pour la qualification et la quantification fiables des produits gazeux issus de la réduction du CO₂.

Références

1. van Loon, R. Permanent Gas Analysis – Separation of Helium, Neon and Hydrogen a MoSieve 5 Å column using the Agilent 490 Micro GC. Note d'application Agilent Technologies, numéro de publication 5990-8527EN, **2011**.
2. van Loon, R. C1 – C3 Hydrocarbon Analysis Using the Agilent 490 Micro GC – Separation Characteristics for PoraPLOT U and PoraPLOT Q Column Channels. Note d'application Agilent Technologies, numéro de publication 5990-9165EN, **2011**.

www.agilent.com/chem

DE.6147569444

Ces informations peuvent être modifiées sans préavis.

© Agilent Technologies, Inc. 2020
Imprimé aux États-Unis, le 24 août 2020
5994-2320FR