



**Ensemble, nous pouvons** améliorer en toute sécurité l'efficacité de la chromatographie gazeuse

Les ressources en hélium diminuent et les prix sont à la hausse

aerospace  
climate control  
electromechanical  
**filtration**  
fluid & gas handling  
hydraulics  
pneumatics  
process control  
sealing & shielding



ENGINEERING YOUR SUCCESS.



# Les ressources en hélium diminuent et les prix sont à la hausse



L'hélium s'épuise et la demande mondiale dépasse les niveaux de production actuels. Cette pénurie mondiale signifie que les prix augmentent, et un rationnement est mis en place afin de garantir que des domaines tels que la santé restent prioritaires.

Heureusement, il existe une alternative qui peut vous permettre d'économiser de l'argent et de vous protéger contre les éventuelles perturbations causées par une pénurie d'hélium.

La nouvelle génération de générateurs sur site d'hydrogène de Parker domnick hunter propose une alimentation sûre, abordable et virtuellement illimitée de gaz vecteur pour la chromatographie gazeuse.

---

## Temps de changement

Des solutions de recharge pratiques à l'utilisation de l'hélium doivent être mises en œuvre avant que les coûts augmentent et que l'approvisionnement s'épuise

---

# La pénurie mondiale d'hélium et son importance pour votre secteur d'activité

Le monde est confronté à une pénurie critique d'hélium et il n'existe pas encore de solution à ce problème. Bien qu'il s'agisse du second élément le plus abondant dans l'univers après l'hydrogène, l'hélium est difficile à trouver ou à stocker en quantités pratiques. La plupart des quantités sont extraites de réserves de gaz souterraines, et la plupart des stocks sont conservés dans une zone aux États-Unis.

La pénurie est due à plusieurs facteurs, parmi lesquels le déclin de ressources naturelles d'hélium, les fermetures planifiées et non planifiées de raffineries de l'hélium aux États-Unis et en Algérie, de nouvelles applications utilisant l'hélium et une demande en augmentation de la part de pays tels que la Chine. En outre, les États-Unis vont céder leurs réserves d'hélium à des raffineries privées d'ici à 2015, dans le cadre de la Loi sur les Privatisations de l'hélium en 1996.





# Quel effet cela a-t-il sur votre secteur d'activité ?

**Tout d'abord, comme les sources d'hélium diminuent, le coût de l'hélium augmente régulièrement, de façon irréversible.**

L'approvisionnement peut également être interrompu par le rationnement. Par exemple, la disponibilité pour les applications légères telles que la chromatographie en phase gazeuse est rationnée et la priorité est donnée à d'autres secteurs, par exemple, les soins de santé.

L'hélium a les points d'ébullition et de fusion les plus bas de tous les éléments chimiques et l'hélium liquide est le seul liquide ne se solidifie pas en cas d'abaissement de sa température. Ce sont ces propriétés qui rendent l'hélium irremplaçable dans le secteur de la cryogénie et de nombreuses industries.

Au-delà des ballons pour les fêtes, l'hélium est essentiel dans le guidage des missiles air-air, les puces informatiques, la fibre optique et les lasers médicaux, les tests de moteur de fusée, la soudure à l'arc et de nombreuses autres utilisations civiles et militaires. Cela montre l'importance de la demande pour cette ressource limitée.

Malheureusement, la chromatographie en phase gazeuse ne se trouve pas en tête de la liste des applications critiques. Ce sont les scanners IRM qui sont en haut de la liste.

---

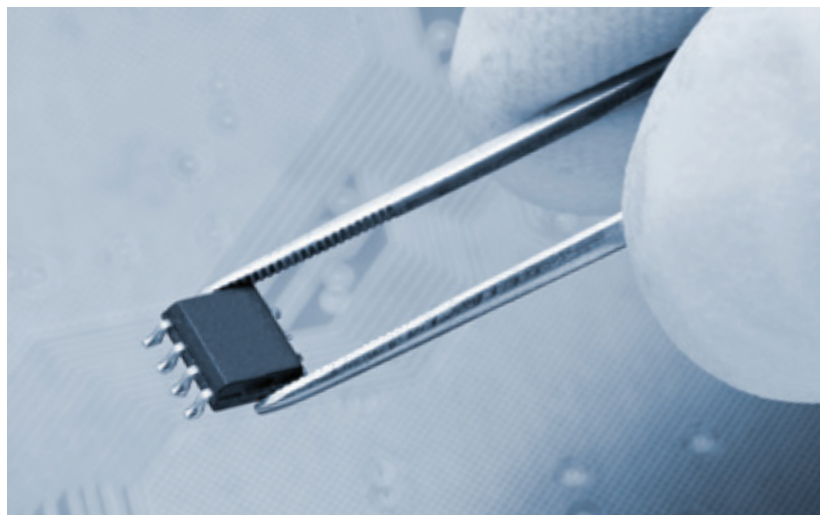
## Rationnement

L'hélium est rationné et des applications telles que la chromatographie en phase gazeuse perdront du terrain dans des secteurs tels que les soins de santé

---



L'hélium est utilisé dans toute une gamme d'applications dans un certain nombre de secteurs



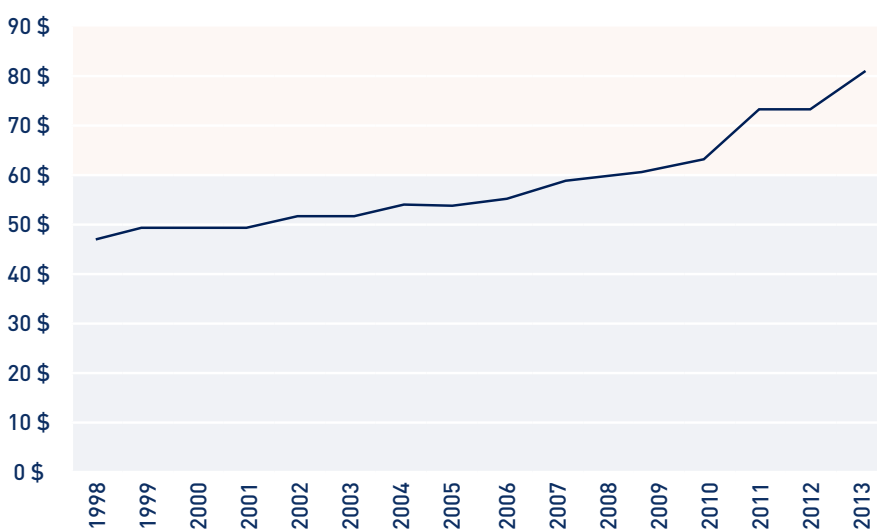
## Augmentation des coûts

Le prix de l'hélium brut en 2013 par millier de mètres cubes (mcf) est d'environ 84 \$ au-dessus du prix de 2012 (75 \$) et de 49 \$ par mcf en 2000. Selon le Bureau US du Land Management (BLM), le prix estimé de l'hélium brut sur le marché libre sera de 95 \$/mcf d'ici à 2015.

Il est intéressant de noter qu'une bouteille d'hélium standard classique en Europe (pour un laboratoire d'analyse utilisant l'hélium de qualité CG) coûte environ 450 € (location et livraison exclues), de sorte que l'augmentation prévue des prix est considérable.

Avec le rationnement, il devient également difficile de garantir des livraisons régulières, ce qui peut causer l'interruption de la production et une baisse de rentabilité du laboratoire.

Tableau d'évolution du prix du BLM sur le marché ouvert de la table de l'hélium brut





# Quelles sont les alternatives viables ?

Les gaz utilisés le plus souvent pour la chromatographie aujourd'hui sont l'azote, l'hydrogène et l'hélium.

Bien que chacun d'eux présente des avantages uniques, il existe également des inconvénients. Par exemple, l'azote affiche la meilleure efficacité, mais le fait à une vitesse linéaire faible dans une plage limitée. Il s'agit donc d'un gaz vecteur très lent, certainement pas du meilleur choix pour le programme de température utilisé.

L'hélium représente un compromis entre l'azote et l'hydrogène pour ce qui concerne l'analyse et la rentabilité, cependant, comme nous l'avons vu, il devient incontrôlable en raison de son coût et de sa disponibilité.

L'hydrogène d'autre part, fournit le meilleur temps de l'analyse sur une plage étendue de vitesse linéaire et représente l'alternative la plus pratique à l'hélium.

Ici, nous pouvons voir et comparer les avantages de l'utilisation de l'hydrogène sur l'hélium.



Hélium



Azote

---

## Solutions concrètes

L'hydrogène est la solution pratique et économique à l'hélium dans les laboratoires

---



# Hydrogène

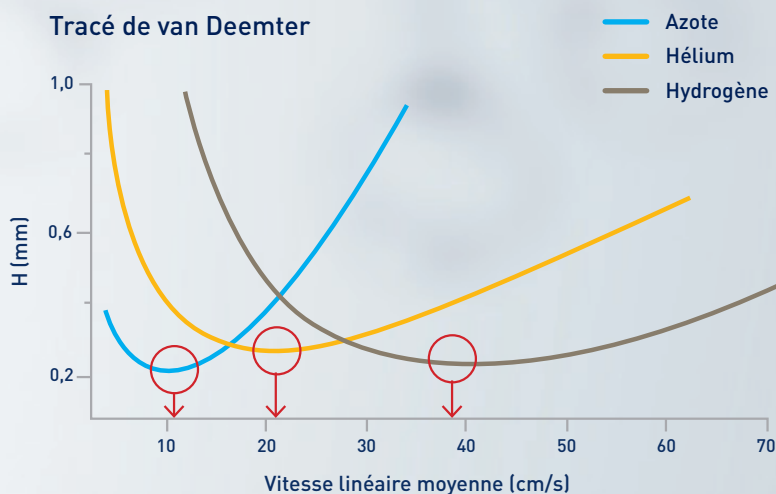
**L'hydrogène est l'élément le plus léger sur la terre et peut être fabriqué facilement et à moindre coût.**

Les performances de l'hydrogène à des vitesses plus élevées pour le gaz vecteur offrent aux laboratoires différents avantages pour les laboratoires afin de réduire les durées de fonctionnement et, par conséquent, d'augmenter la production d'échantillonnage sans compromettre la qualité de l'échantillon. Les courbes de Van Deemter, qui montrent l'efficacité relative des vecteurs d'azote, d'hydrogène et d'hélium indiquent que l'hélium et l'hydrogène ont des performances similaires à des vitesses de gaz moyennes, et que l'hydrogène était bien plus rapide à grande vitesse.

En outre, l'hydrogène permet souvent l'utilisation d'une température de four inférieure pour la séparation, ce qui augmente la longévité de la colonne.

Cependant, depuis les années 1950, la nature inerte de l'hélium en a fait le gaz vecteur de choix pour la plupart des applications de chromatographie gazeuse (GC). Cela est en grande partie dû aux problèmes de sécurité posés par l'hydrogène, bien que tous les instruments GC-FID utilisent de l'hydrogène (généralement issu d'une bouteille), comme la flamme nue du FID (détecteur d'ionisation de flamme).

L'hydrogène peut être utilisé comme une alternative efficace pour l'hélium dans les applications de la plupart des GC et MCG. Il offre un large éventail d'applications, permet un bon rendement et, dans la plupart des cas, les séparations sont plus rapides qu'avec de l'hélium comme gaz vecteur.





# Avec l'hydrogène, la sécurité n'est pas compromise

La plupart des préoccupations relatives à l'hydrogène sont les dangers d'inflammabilité. Si l'hydrogène atteint un volume de 4 à 75 % dans l'air de combustion, il brûlera, mais un risque d'explosion ne se déclenche qu'entre 18 et 59 %. Il est à noter toutefois, que l'hydrogène étant moins visqueux que l'hélium, il s'échappe beaucoup plus facilement, et donc, à moins qu'une grande quantité de gaz soit soudainement rejetée dans l'atmosphère, le danger d'atteindre la LIE (limite d'explosivité inférieure) est très faible. L'hydrogène s'élève également deux fois plus vite que l'hélium, à une vitesse de 20 m/s. Dans un laboratoire avec une rotation normale de l'air, il serait très difficile d'atteindre les limites explosives.

Les fabricants d'instruments pour la chromatographie en phase gazeuse recommandent d'utiliser l'hydrogène comme gaz vecteur depuis plusieurs années et plusieurs garanties sont en place pour vérifier que tous les équipements sont sûrs.

## Mesures de protection multiples

De nombreuses mesures de sécurité garantissent désormais que l'utilisation d'hydrogène en tant que gaz vecteur ne représente pas de danger dans un laboratoire

## Est-il possible d'utiliser les systèmes CG et CG/MS en toute sécurité avec de l'hydrogène comme gaz vecteur ?

Une préoccupation commune lors de l'examen avec de l'hydrogène en tant que gaz vecteur est la possibilité d'explosion en cas de fuite à l'intérieur du four CG.

La plupart des appareils de CG construits au cours des 10 dernières années utilisent le contrôle de pression pneumatique ou le contrôle de pression électronique pour contrôler le débit de gaz (en général, les instruments les plus anciens utilisent un régulateur de pression situé en amont de l'orifice d'injection et sont régulés). Les PPC et les EPC sont conçus pour limiter le débit total au sein de l'instrument et dans de nombreux cas, mettent la GC en mode veille (les gaz sont désactivés et toutes les zones chauffées sont refroidies, s'il existe une fuite en aval, détectée comme basse pression).





Il est possible d'insérer des régulateurs ou des limiteurs de débit sur la conduite de gaz vecteur afin de limiter le débit maximal dans le CG. Si une fuite se produit à l'intérieur du four, le débit est limité en fonction de la quantité nécessaire pour la chromatographie.

D'autres mesures de sécurité incluent l'utilisation de dispositifs de détection de fuite, disponibles sur de nombreux CG avec PPC ou EPC. Le débit total de l'injecteur de CG est mesuré au début de chaque analyse et permet de calculer un débit de fuite effectif. S'il dépasse la valeur saisie, le GC saisit un processus de mise hors service, par exemple, les gaz seront éteints et toutes les zones chauffées seront refroidies.

Si l'on considère le pire scénario, où une colonne rompt ou fuit à 20 ml/min d'hydrogène directement dans le four, il en faudrait 2,5 litres pour atteindre la LIE (limite d'explosivité inférieure) dans un four d'une capacité de 14 litres en

standard. Il faudrait plus de 2 heures pour atteindre le niveau explosif. La plupart des analyses seraient plus courtes, et donc, le contenu du four devrait être purgé à chaque fois que le four est refroidi. En outre, des instruments GC modernes ont des portes de four à ressort, résistantes aux explosions.

Avec la crise de l'hélium, le nombre d'articles et de documents (et de nombreux séminaires en ligne) mis en ligne par les constructeurs d'instruments augmente. Ils décrivent dans les moindres détails les pratiques et les mesures de sécurité à adopter lors du passage à l'hydrogène comme gaz vecteur. Les derniers instruments lancés (GC/MS Agilent 5977A GC/MS et Bruker Scion) ont été spécialement conçus pour fonctionner à l'hydrogène. Un logiciel de conversion permettant de remplacer les méthodes faisant appel à l'hélium par des méthodes employant l'hydrogène est également inclus en standard.

Il existe également d'autres approches pour vous protéger contre les fuites, qui utilisent des capteurs d'hydrogène. Ceux-ci font partie intégrante du four et alertent l'utilisateur par l'intermédiaire de voyants et de signaux sonores en cas de fuite. Si la fuite atteint 25 % de la LIE, le gaz vecteur bascule automatiquement sur un gaz inerte. Des capteurs similaires peuvent également surveiller les niveaux dans la salle de laboratoire.



# Avantages des générateurs de gaz sur site

Comme nous l'avons vu, les avantages de l'utilisation de l'hydrogène en tant que gaz vecteur pour la chromatographie en phase gazeuse ont été prouvés. L'hydrogène constitue désormais une option économique, sans problème d'approvisionnement présent ou futur. Parmi les autres avantages figurent les délais d'analyse plus courts, une meilleure résolution et une durée de vie de colonne plus longue.

Ici, nous pouvons voir les avantages de l'utilisation de générateurs d'hydrogène sur site, et en quoi ces derniers sont plus sûrs et plus pratiques. Cette option est également beaucoup moins chère que l'utilisation de bouteilles d'hydrogène et représente seulement une fraction du coût de l'utilisation de bouteilles d'hélium.

## Des avantages clairs

L'utilisation de générateurs de gaz sur site constitue la solution intelligente pour ce qui concerne le coût et la simplicité d'utilisation, sans compromettre la sécurité.

## Optimisation de la sécurité

Un générateur sur site est considérablement plus sûr que les bouteilles de gaz, car seule une petite quantité du gaz généré est présente à basse pression à un moment donné et le gaz est transmis directement à l'instrument. Si une fuite se produit, seule une petite quantité de gaz se dissipe dans le laboratoire. En revanche, il existe des risques graves si le gaz est fourni à l'aide d'une bouteille de gaz haute pression.

La sécurité peut être compromise par une ventilation accidentelle, des blessures ou des dommages provoqués par le transport et l'installation de grosses bonbonnes, et, plus important, une fuite de la bouteille d'hydrogène peut provoquer une explosion.

## Une simplicité d'utilisation accrue

Un générateur de gaz sur site peut fournir du gaz sur 7j/7, 24h/24, sans obligation d'intervention de l'utilisateur (en évitant une maintenance annuelle de routine). En cas d'utilisation de bouteilles, l'utilisateur doit surveiller les niveaux de gaz et les régler pour des analyses souhaitées. Il est également indispensable que des individus qualifiés soient présents pour installer des bouteilles de remplacement lorsqu'elles sont épuisées. Comme elles sont en général stockées dans des zones éloignées pour plus de sécurité, cela peut être peu pratique et prendre du temps.



## Réduction des coûts

Un des principaux avantages des générateurs de gaz est qu'ils permettent des économies substantielles par rapport aux bouteilles de gaz. Le coût de fonctionnement est extrêmement faible, car le gaz est obtenu à partir d'eau et le montant des coûts de maintenance, de seulement quelques centaines d'euros par an pour le remplacement périodique des filtres.

En comparaison, les frais liés aux bouteilles de gaz vont au-delà de la vente des unités et les facteurs tels que le transport, l'installation, le retour des bouteilles usagées et le temps nécessaire au système pour équilibrer doivent être pris en compte.

Les comparaisons précises de coût pour un utilisateur donné dépendent d'un large éventail de paramètres locaux et de la quantité de gaz utilisée, mais ce qui est certain, c'est que les économies de coûts sont importantes.

Un tableau de comparaison affichant les coûts annuels pour les générateurs d'hydrogène sur site par rapport à l'utilisation des bouteilles de gaz figure ici.

Coût annuel : Production sur site par rapport aux bouteilles à haute pression

	Générateur sur site (€)	Bouteilles d'hydrogène (€)	Bouteilles d'hélium (€)
Maintenance.	600	0	0
Bouteilles	0	2340	26 000
Location de bouteilles	0	252	252
Main d'œuvre (changement de bouteilles)	0	781	781
Traitement des commandes	23	270	270
Expédition	38	2792	2792
Traitement des factures	8	90	90
Contrôle des stocks	0	54	54
<b>Total</b>	<b>668</b>	<b>6581</b>	<b>36 820</b>





# Pourquoi les générateurs d'hydrogène Parker domnick constituent-ils un choix intelligent

Nous avons vu les avantages de l'utilisation de l'hydrogène comme gaz vecteur de GC qui incluent les coûts, une analyse plus rapide, une plus grande résolution et une durée de vie colonne plus longue, et nous avons vu pourquoi l'alternative employant de l'hélium et des bonbonnes est coûteuse et rencontre des problèmes d'approvisionnement. Toutefois, nous savons que les problèmes de sécurité sont des facteurs primordiaux et c'est pourquoi le générateur d'hydrogène Parker domnick hunter H-MD est le choix évident.

Avec une maintenance minimale, il est simple à installer et à faire fonctionner. Il élimine le besoin en bouteilles d'hydrogène dangereuses dans le déroulement de la tâche, ainsi que les frais et les inconvénients liés au changement et au stockage des bouteilles.

Le générateur d'hydrogène H-MD Parker domnick hunter propose un contrôle intelligent et des alarmes de sécurité pour lutter contre de tels risques, tout en facilitant le fonctionnement optimal de l'instrument GC et réduisant les frais liés au gaz. Avec une garantie standard de deux ans et les coûts d'entretien réduits, c'est l'alternative la moins chère et la plus sûre.

---

## La solution Parker

Les générateurs de gaz de Parker réduisent les coûts de l'hydrogène, suppriment le besoin en bouteilles dangereuses et réduisent les délais de maintenance

---



# Générateurs d'hydrogène

**Les générateurs d'hydrogène ultra pur H-MD Parker domnick hunter allient parfaitement fonctionnement sécurisé, fiabilité, performances et faible coût de propriété.**

Grâce à la technologie éprouvée de pile à membrane échangeuse de protons, l'hydrogène est produit à la demande à partir d'eau déionisée et d'électricité, à basse pression et avec un volume stocké minimal. Le logiciel de contrôle innovant offre une sécurité et une fiabilité inégalées.

Les générateurs H-MD sont parfaits pour la fourniture de gaz vecteur GC et GC/MS et pour tous les détecteurs de combustion connus couramment utilisés dans les procédés de laboratoire d'aujourd'hui. Quatre modèles fonctionnent à différents débits : 160 ml/min, 250 ml/min, 500 ml/min et 1 100 ml/min.

Les générateurs d'hydrogène sont disponibles avec le logiciel de réseau à distance. Le logiciel de réseau à distance permet de contrôler activement jusqu'à 27 générateurs d'hydrogène à partir d'un PC central et facilite les fonctions de mise en cascade réelles.

## Caractéristiques du produit :

- Pas de bouteilles d'hydrogène dangereuses sur le site
- Installation et fonctionnement simples
- Compact et fiable, entretien réduit
- Fournit une alimentation continue en hydrogène pur à 99,99995 % jusqu'à 1 100 ml/min avec une pression pouvant atteindre 6,9 bar
- Garantie standard de 2 ans pour l'enceinte
- Remplissage d'eau automatique facultatif et
- fonction réseau à distance



Parker domnick hunter H-MD



## Choix du produit

Modèle	Débit	Pureté*	Consommation d'eau (24/7, plein débit)	Livraison Pression		Remplissage automatique d'eau (AWF) en option
	ml/min	%	l/semaine	bar eff	psi eff	
20H-MD	160	> 99,99995	1,69	0,69 à 6,89	10 à 100	OUI
40H-MD	250	> 99,99995	2,41	0,69 à 6,89	10 à 100	OUI
60H-MD	500	> 99,99995	4,82	0,69 à 6,89	10 à 100	OUI
110H-MD	1100	> 99,99995	10,60	0,69 à 6,89	10 à 100	Standard

\* Par rapport à l'oxygène

Remarque : pour l'option de remplissage d'eau automatique, ajoutez le suffixe AWF, c'est-à-dire 20H-MD-AWF

## Données techniques

Température ambiante	5 à 40 °C 41 à 104 °F
Pression d'alimentation en eau*	0,1 bar eff 1,45 psi eff
Débit d'alimentation en eau*	1 l/min
Qualité de l'eau	Déionisée. ASTM II, > 1 M Ω, <1µs, filtered to <100µm
Plage de tension d'alimentation	90 à 264 V, 50/60 Hz
Port de sortie	Sortie d'hydrogène Évacuation d'eau Remplissage d'eau
	1/8" Raccord de compression Raccord push-in à desserrage rapide Raccord push-in à desserrage rapide

\* Avec AWF en option

## Poids et dimensions

Modèle	Hauteur (H)		Largeur (L)		Profondeur (P)		Poids (Vide)		Poids (rempli d'eau)	
	mm	po.	mm	po.	mm	po.	kg	lb	kg	lb
20H-MD	456	17,9	342	13,5	470	18,5	20,5	45,2	25	55,1
40H-MD	456	17,9	342	13,5	470	18,5	20,5	45,2	25	55,1
60H-MD	456	17,9	342	13,5	470	18,5	20,5	45,2	25	55,1
110H-MD	456	17,9	342	13,5	470	18,5	23,6	51,8	28	61,7

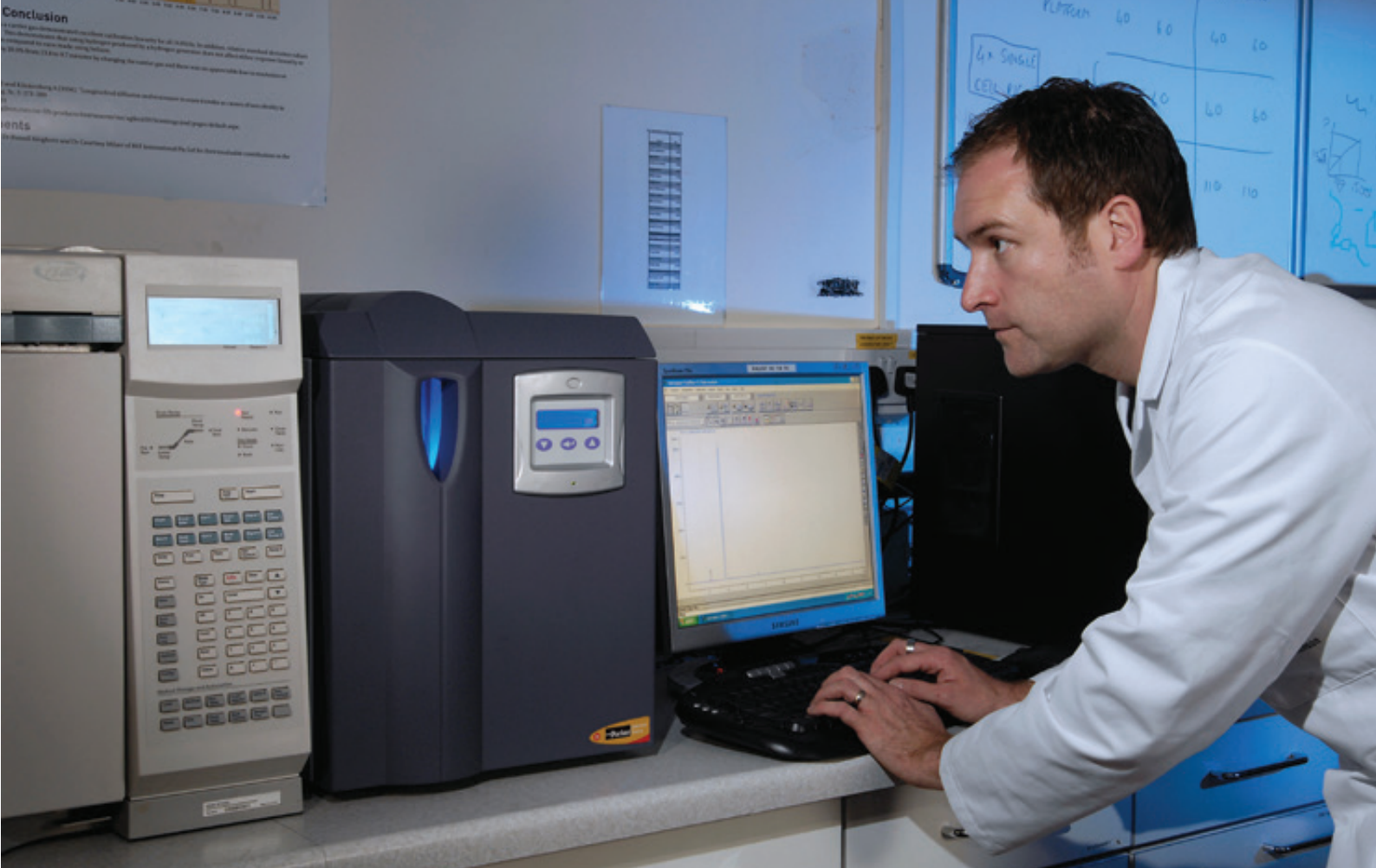
## Entretien préventif

Entretien préventif. Kit	Pièce Numéro	Fréquence de remplacement
6 Mois Kit	604971500	Tous les 6 mois
24 Mois Kit	604970720	Tous les 24 mois

## Suppléments facultatifs

Description	Pièce Numéro	Obligatoire pour
Logiciel utilisateur de réseau distant	604971530	Permet d'installer deux générateurs ou plus en cascade
Module d'extension d'utilisateur distant	604971540	Chaque générateur supplémentaire (604971510 requis)
Kit d'installation	IK7532	Convient à tous les générateurs d'hydrogène





# Comment passer de l'hélium à l'hydrogène en tant que gaz vecteur pour la chromatographie en phase gazeuse

Ce guide « pratique » vous guidera dans les étapes nécessaires au passage de l'hélium à l'hydrogène en tant que gaz vecteur pour la chromatographie gazeuse. L'utilisation de l'hydrogène issu d'un générateur sur site présente des avantages considérables en termes de coûts, de sécurité et de facilité d'utilisation en laboratoire.

L'ordre des étapes est important pour un passage réussi à l'hydrogène. Suivez scrupuleusement ces étapes, et vous passerez rapidement et facilement à l'hydrogène comme gaz vecteur.

## Un processus facile

Le passage de l'utilisation de l'hélium à celle d'hydrogène peut être un processus simple et rapide



## Étape 1

### Révision et documentation de toutes les conditions d'analyse

1. Vérifiez l'étanchéité du système ; des fuites peuvent affecter la détermination des flux réels que vous utilisez pour votre analyse.
2. Mesurez et notez le temps de volume mort et calculez le LGR (débit de gaz linéaire).
3. Mesurez et consignez le débit de la membrane à l'analyse de température initiale.
4. Mesurez et enregistrez le débit de gaz d'appoint.
5. Mesurez et consignez le flux de ventilation à la température d'exécution initiale.
6. Mesurez et enregistrez le débit de carburant (hydrogène).
7. Mesurez et enregistrez le débit d'air.
8. Documentez tout changement de débit qui a lieu au cours de l'exécution du document.
9. Documentez les valeurs de programme de température utilisées.
10. Obtenez le chromatogramme d'un bon échantillon pour le comparer à un chromatogramme obtenu après la conversion.

## Étape 2

### Effectuez tous les entretiens périodiques avant de passer à l'hydrogène

1. Modifier les purificateurs – ajoutez des purificateurs pour les conduites, le cas échéant, afin d'obtenir au moins de 99,9999 % gaz pur.
2. Modifier les membranes – utilisez une membrane à faible débit.
3. Remplacez les revêtements, les inserts et les joints par les orifices d'injection. Nettoyez si nécessaire, et évitez la contamination par l'huile. Nettoyez les composants à l'acétone avant l'installation.



**Attention : L'acétone est inflammable et peut causer des problèmes de santé. Évitez les flammes nues dans le laboratoire.**

4. Nettoyez le détecteur/les inserts de détecteur/les jets.

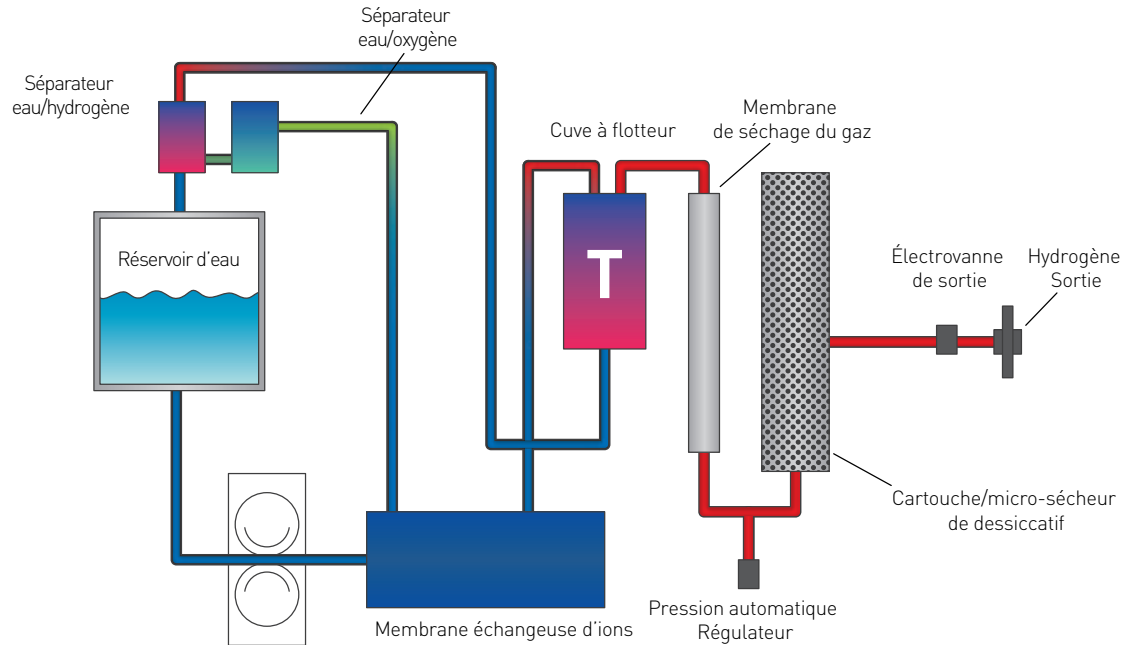
## Étape 3

### Installation de nouvelles conduites et purificateurs

1. Conduites de gaz vecteur : dépressurisez et ventilez la conduite d'hydrogène. Coupez ensuite la conduite de carburant (hydrogène) et ajoutez un raccord en T. Prolongez une ligne jusqu'à l'orifice d'admission de gaz vecteur du GC depuis l'autre côté de la pièce en T.
2. Ajoutez des purificateurs à cette conduite si la pureté du gaz n'est pas d'au moins de 99,9999 %. Utilisez des purificateurs ou des combinaisons de purificateurs d'hydrocarbures, d'oxygène et d'humidité afin d'obtenir le degré de pureté de gaz requis.  
**Conseil : Ajoutez des purificateurs équipés d'indicateurs montrant le pourcentage d'utilisation, de façon à savoir quand les changer.**
3. Ajoutez de préférence une conduite de gaz d'appoint à utiliser avec de l'azote.

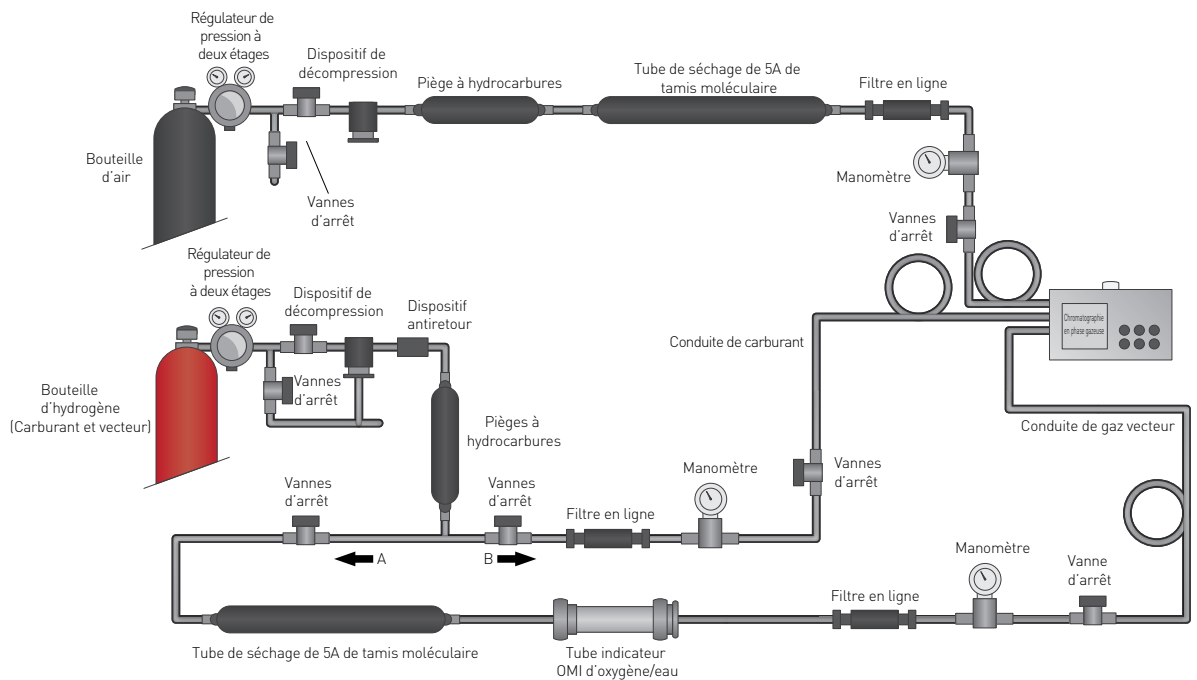
# Mode de fonctionnement du générateur

Figure 1 : Technologie de l'hydrogène



## Configuration système GC unique optimale

Figure 2 : Configuration idéale pour un système unique-GC : Hydrogène utilisé comme vecteur ou gaz de combustion







## Étape 4

# Définir des flux d'hydrogène et d'azote (gaz d'appoint)

### Gaz vecteur

1. Allumez le gaz et définissez le débit de la colonne avec le four éteint. Avec certains systèmes contrôlés par ordinateur, il peut être nécessaire de modifier l'entrée de gaz vecteur pour indiquer que vous utilisez d'hydrogène, afin que le système effectue les réglages de flux corrects en fonction de la densité de l'hydrogène.
2. Allumez le four, le raccord d'injection et le détecteur après une heure de circulation. (Il est important de purger l'ensemble des conduites et des purificateurs avant de définir les températures dans les différentes zones de chromatographie en phase gazeuse.) Il faut énormément de temps pour purger les conduites et les purificateurs.

**Conseil : Si les délais le permettent, il est préférable de purger le système pendant la nuit.**

3. Définissez le débit d'écoulement de séparation et mesurez le débit d'écoulement de la membrane.
4. Amenez la colonne/le four à la température de fonctionnement et mesurez de nouveau le débit de la colonne.

### Flux de détecteur

1. Établissez le débit d'hydrogène correct au niveau du détecteur (en incluant l'ensemble de la somme des sources d'hydrogène passant dans le détecteur).
2. Définissez le débit de gaz d'appoint correct.
3. Établissez un débit d'air correct.

### Ajustements du système

1. Allumez le détecteur et l'ensemble des appareils électroniques de détecteur. Laissez au système une heure se pour stabiliser.

**Conseil : Un délai de chauffe plus long (d'une nuit, par exemple), peut donner une réponse plus stable.**

2. Vérifiez à nouveau le système pour vous assurer que toutes les conditions et températures de fonctionnement sont correctes.
3. Procédez à l'injection, mesurez le temps de volume mort à l'aide de méthane et calculez le LGR (débit de gaz linéaire). Corriger le LGR, le cas échéant.

### Première exécution

- Injectez l'échantillon et comparez cette analyse à l'analyse précédemment pratiquée avec l'hélium.
- Déterminez si vous souhaitez accélérer l'analyse en doublant le LGR ou si votre objectif n'est que de reproduire les temps d'analyse et de séparation obtenus avec l'hélium.

### Étalonnage

- Rétablissez l'identification des pics – il n'y a en principe pas de changement, à moins que vous utilisiez les colonnes à forte polarité.
- Si l'expérience est telle que vous la souhaitez, continuez pour exécuter vos analyses d'étalonnage.

Débit =  $n r^2 l / t_m$

Où :  $n = 3,1416$

$r$  = rayon de la colonne en cm (conversion à partir des mm)

$L$  = longueur de la colonne en cm (convertie à partir de mètres)

$TR$  = temps de rétention d'un pic non retenu, en général, du méthane

Où :  $LGR = l / t_m = l / \mu$

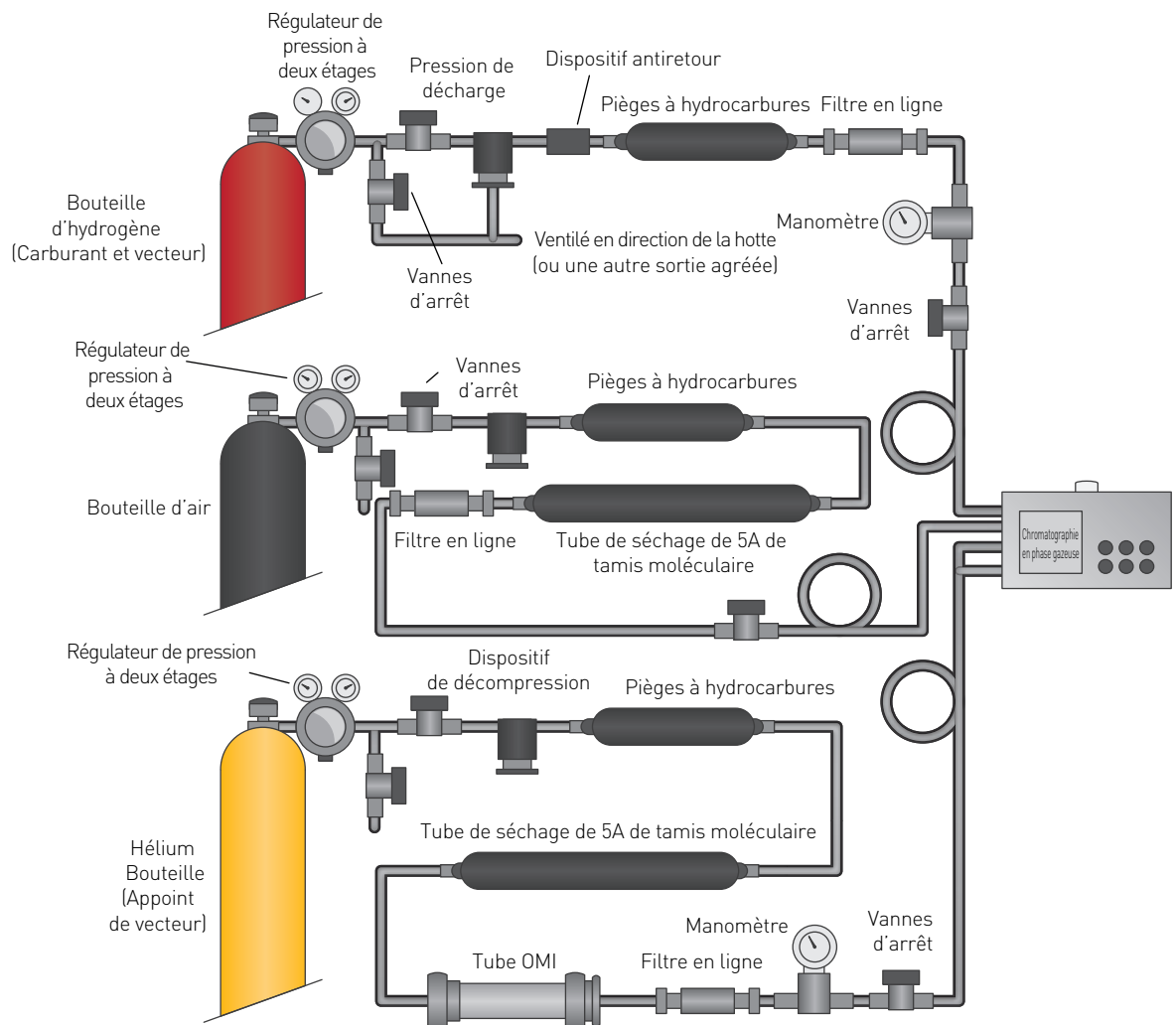
Simplifié : Débit =  $n r^2 \mu$  (n'oubliez pas d'utiliser des unités en cm)

## Étape 5

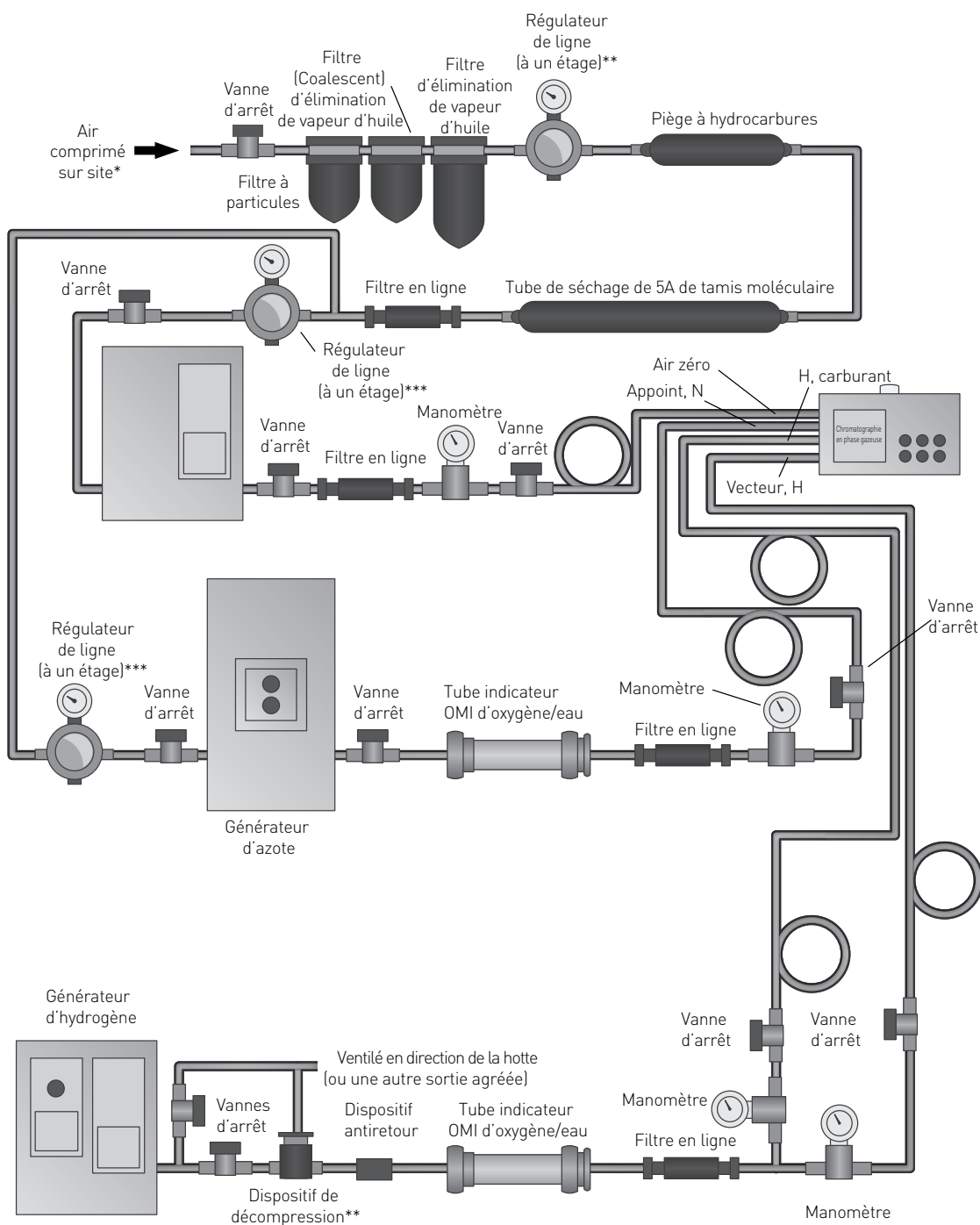
### Passage des bouteilles aux générateurs de gaz

1. Installez les générateurs de gaz pour l'essai en suivant les instructions fournies dans les manuels d'installation.
2. Réduisez les longueurs des conduites autant que possible. (voir la Figure 3)
3. Utiliser des tubes en cuivre ou en acier inoxydable GC de haute qualité ou de nouvelles conduites avec des solvants et assécher sous un flux d'azote.
4. Ajouter des purificateurs de gaz, le cas échéant. Les différents modèles et marques de générateurs fournissent des puretés d'hydrogène différentes. Vous aurez besoin d'ajouter des purificateurs si le gaz fourni n'est pas pur à au moins 99,9999 %.
5. Envisagez d'ajouter des générateurs d'azote et des générateurs d'air de haute qualité pour éliminer les bouteilles et l'utilisation de gaz haute pression dans le laboratoire. Un schéma classique du système utilisant un générateur sur site est indiqué dans la Figure 4.

**Figure 3 :** Configuration standard pour le système à GC unique : Gaz fourni par des bouteilles



**Figure 4 :** Configurations idéales pour un système unique-GC : Ensemble du système de générateur



\* Remplacez un compresseur à joint d'huile par un dispositif sans huile afin d'éviter le recours à un filtre à particules, un filtre d'élimination d'huile/coalescent et un filtre d'élimination de vapeur d'huile.

\*\* N'est pas nécessaire si le générateur d'hydrogène est équipé d'un dispositif de décompression.

\*\*\* Consultez le manuel relatif au générateur pour connaître la pression d'injection correcte.



# Les figures 5 à 7 montrent l'équivalence de l'hélium et de l'hydrogène dans des opérations de séparation classiques.

Figure 5 :

Équivalence isotherme  
1 Vecteur hélium 50 cm/s

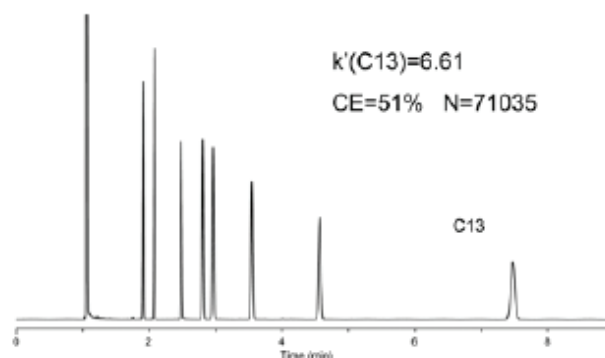


Figure 6 :

Équivalence LGR d'esters  
d'acide méthylique bactérien  
25 cm/s

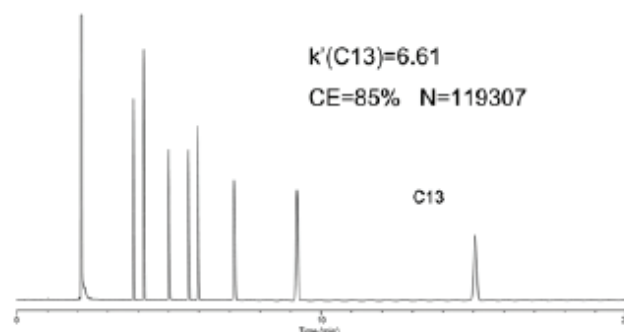
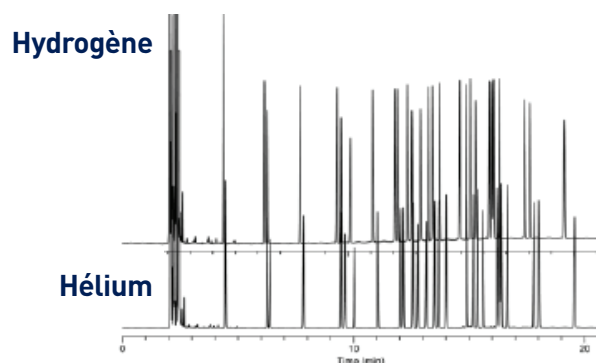


Figure 7 :

Équivalence isotherme  
1 Vecteur hélium 25 cm/s





# Analyse des 12 phénols désignés par l'EPA par GC/MS à l'aide du gaz vecteur hydrogène.

## Introduction

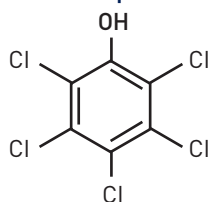
Pour de nombreuses applications de GC, l'hydrogène est le gaz vecteur de choix, en raison de ses qualités supérieures en termes de vitesse d'analyse et d'augmentation de réponse. Toutefois, son utilisation dans le domaine GC/MS a largement été négligée en raison de problèmes de sécurité, de bruits de fond élevés et des réactions potentielles dans la source d'ions.

La technologie moderne a dissipé ces craintes dans une certaine mesure, l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur dans les analyses GC/MS est rare et n'a pas été exploitée à sa pleine capacité. Avec le prix de l'hélium sans cesse à la hausse et les aléas de son approvisionnement, il n'y a aucune raison de ne pas considérer l'hydrogène comme une alternative viable sous réserve de prendre certaines précautions.

Parker domnick hunter fabrique toute une gamme de générateurs d'hydrogène fournissant de l'hydrogène ultra pur en éliminant les dangers pour la sécurité associés aux bouteilles haute pression. Ces générateurs améliorent les performances d'analyse, tout en réduisant les temps de fonctionnement.

Les phénols, dont la forme la plus répandue est le phénol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH) est une série de composés où un groupe hydroxyle (-OH) est fixé à un anneau de benzène. L'EPA (Agence de protection environnementale) a désigné 12 de ces composés d'importance dans l'eau potable, en raison de leurs effets indésirables chez l'homme.

Pentachlorophénol



## Considérations analytiques

L'analyse des phénols peut être effectuée par un grand nombre de méthodes, telles que les GC-FID ou HPLC. Toutefois, la méthode d'analyse de choix est GC/MS. Ses limites de détection sont supérieures, et elle peut également confirmer la présence de n'importe quel composé phénolique, ce que les autres méthodes d'analyse ne peuvent pas faire.

Des échantillons sont prélevés d'abord par extraction en phase solide, et si nécessaire, on utilise une étape de nettoyage. L'extrait final est concentré et ensuite analysé par GC/MS, soit en mode de balayage, ou plus souvent en mode SIM (détection d'ions unique) pour augmenter la sensibilité et éliminer les interférences de fond. Cela est particulièrement important dans les matrices complexes, où les pics d'interférences pourraient entraîner un faux positif.

Les analyses GC/MS classiques utilisent l'hélium comme gaz vecteur, qui, en plus des aléas de son approvisionnement, est souvent coûteux en raison de l'épuisement des stocks et de l'utilisation de bouteilles haute pression lourdes et encombrantes (jusqu'à 200 bar eff) devant être remplacées régulièrement.

Un générateur Parker domnick hunter fournit un hydrogène ultra pur à un débit et une pression constants, avec un minimum de gaz stocké, en éliminant les risques communs aux bouteilles.

## Expérience

L'analyse a été réalisée sur un appareil Shimadzu QP2010s GC/MS, en utilisant le mode SIM et l'injection sans diviseur de flux (splitless) ([www.shimadzu.com](http://www.shimadzu.com))

L'hydrogène a été fourni par un générateur Parker domnick hunter 110H-MD ([www.parker.com/dhfns](http://www.parker.com/dhfns))

Colonne - J&W HP5-MS

Injector - 260 °C

Interface - 280 °C

Source d'ions - 250 °C

Débit- 1,5 mls/minute

volume injecté (H<sub>2</sub>) - 1 µl

### Programme du four :

40 °C (pendant 1 minute) à 220 °C à 12 °C/minute à 300 °C à 30 °C/minute (pendant 0,10 minute) = 18,77 minutes

Temps d'échantillonnage - 0,30 minute

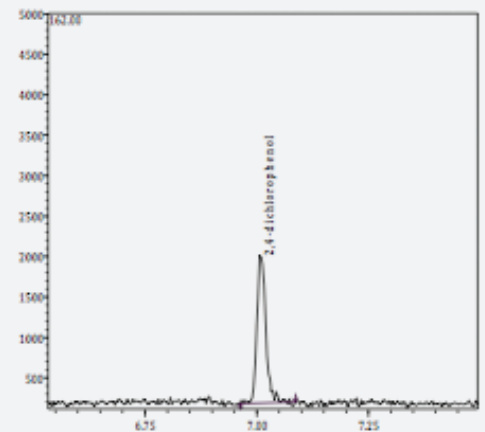
Mode de contrôle - Pression

## Résultats

8 étalons ont été préparés dans du dichlorométhane et fonctionnent dans la plage de 0,1 ng/µl à 40 ng/µl. Des courbes d'étalonnage excellentes ont été obtenues, avec tous les composés ayant un coefficient d'étalonnage > 0,990. Cela comprend 3 étalons de substitution utilisés pour surveiller les performances de la méthode.

En général, certains phénols tendent à générer une traînée défavorable, notamment les 2-méthyl-4,6-dinitrophénol, 2,4,6-tribromophénol et pentachlorophénol. Des traînées minimales ont été observées aux deux extrémités de la plage d'étalonnage avec de l'hydrogène en tant que gaz vecteur, et les facteurs de traînée de pic de ces composés se situent bien dans les limites acceptables.

0,1 ng/μl 2,4-dichlorophénol



2,4-Dichlorophénol

Comme vous pouvez le voir sur la comparaison des deux chromatogrammes de gauche, l'hydrogène présente plusieurs avantages sur l'hélium en matière de chromatographie

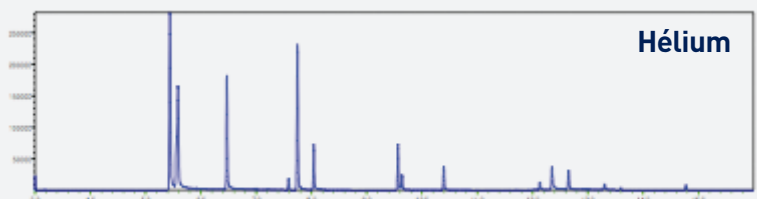
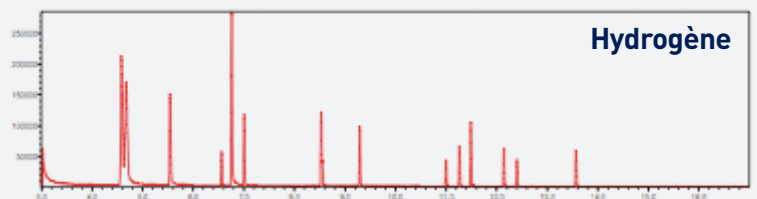
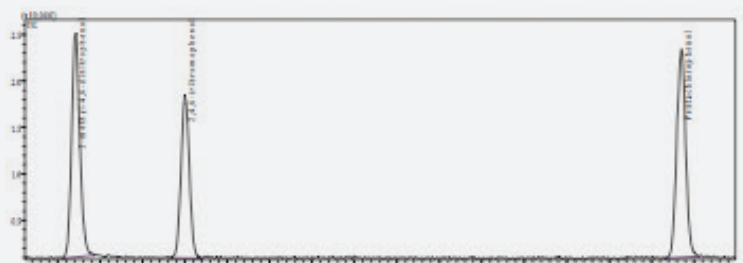
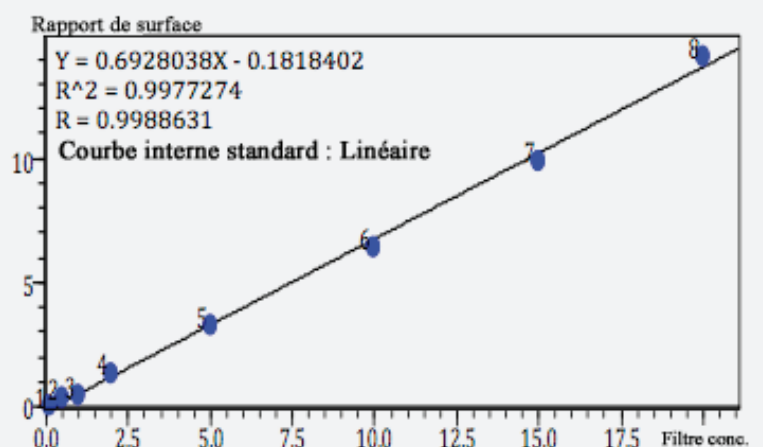
- Des délais de service plus courts de plus 1,5 minute
- Traînée de pic minimale des composés à élution tardive
- Réponse similaire

## Conclusion

Pour conclure, il n'y a aucune raison pour que l'hydrogène fourni par un générateur 110H-MD ne puisse pas être utilisé pour l'analyse de phénols EPA par GC/MS. Il a été démontré que descendre facilement au niveau le plus bas de la plage d'étalonnage donnait une réponse similaire à celle de l'hélium, mais présente l'avantage essentiel d'exiger une durée de fonctionnement plus courte.

En plus des avantages en matière d'analyse, certains aspects de sécurité doivent être pris en compte au moment de comparer l'hydrogène à l'hélium. La quantité de gaz stockée dans un générateur est très petite, par rapport à celle que l'on trouve dans les bouteilles lourdes et encombrantes à haute pression dans lesquelles l'hélium est livré. Un générateur de PdH s'arrête en cas de fuite, ce qui élimine le risque d'atteindre la limite explosive inférieure.

Avec le prix de l'hélium qui augmente sans cesse et les aléas de son approvisionnement, il n'y a pas de raison pour que l'hydrogène ne soit pas considéré comme alternative à l'hélium en tant que vecteur de gaz pour les applications GC/MS.







# Analyse des 19 polychlorobiphényles désignés par l'EPA par GC/MS à l'aide du gaz vecteur hydrogène.

## Introduction

Pour de nombreuses applications de GC, l'hydrogène est le gaz vecteur de choix, en raison de ses qualités supérieures en termes de vitesse d'analyse et d'augmentation de réponse. Toutefois, son utilisation dans le domaine GC/MS a largement été négligée en raison de problèmes de sécurité, de bruits de fond élevés et des réactions potentielles dans la source d'ions.

La technologie moderne a dissipé ces craintes dans une certaine mesure, l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur dans les analyses GC/MS est rare et n'a pas été exploitée à sa pleine capacité. Avec le prix de l'hélium sans cesse à la hausse et les aléas de son approvisionnement, il n'y a aucune raison de ne pas considérer l'hydrogène comme une alternative viable sous réserve de prendre certaines précautions.

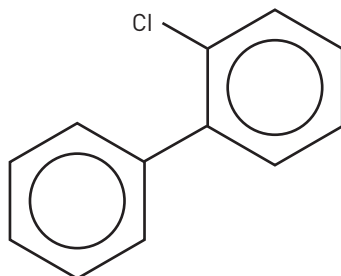
Parker domnick hunter fabrique toute une gamme de générateurs d'hydrogène fournissant de l'hydrogène ultra pur en éliminant les dangers pour la sécurité associés aux bouteilles haute pression. Ces générateurs améliorent les performances d'analyse, tout en réduisant les temps de fonctionnement.

Les polychlorobiphényles (PCB) constituent un groupe de composés synthétiques (il en existe 209 au total), qui sont composés de 2 à 10 atomes de chlore fixés sur un anneau de biphényle. Les PCB sont appelés congénères, et les mélanges de plusieurs PCB sont plus connus sous le nom commercial d'Aroclor.

Les PCB sont intensivement utilisés dans un grand nombre de secteurs, en particulier dans le secteur électrique, car ce sont de bons isolants, qu'ils sont stables d'un point de vue chimique et que

leur point d'ébullition est élevé. Ils sont désormais interdits, mais ils peuvent toujours être présents dans différents produits et matériaux fabriqués avant leur interdiction. Ils ne se décomposent pas facilement et ne sont pas solubles dans l'eau et sont donc d'une importance primordiale pour l'EPA, qui a désigné 19 PCB d'importance dans la méthode 8082

## Considérations analytiques



La détection de PCB est généralement réalisée par GC-ECD (détecteur à capture d'électrons) ou GC-ELCD (détecteur à conductivité électrolytique), deux méthodes conçues pour la détection de composés chlorés. Les deux sont des techniques ingénieuses, et le fait qu'elles reposent sur le seul temps de rétention à des fins d'identification peut générer des problèmes, notamment des faux positifs. Ces problèmes sont éliminés à l'aide d'un système GC/MS, qui peut confirmer la présence de PCB suspects dans une matrice, ce que les autres détecteurs ne peuvent pas faire

Les analyses GC/MS classiques utilisent l'hélium comme gaz vecteur, qui, en plus des aléas de son approvisionnement, est souvent coûteux en raison de l'épuisement des stocks et de l'utilisation de bouteilles haute pression lourdes et encombrantes (jusqu'à 200 bar eff) devant être remplacées régulièrement.

Un générateur Parker domnick hunter fournit un hydrogène ultra pur à un débit et une pression constants, avec un minimum de gaz stocké, en éliminant les risques communs aux bouteilles.

## Expérience

L'analyse a été réalisée sur un appareil Shimadzu QP2010s GC/MS, en utilisant le mode SIM et l'injection sans diviseur de flux (splitless) ([www.shimadzu.com](http://www.shimadzu.com))

L'hydrogène a été fourni par un générateur Parker domnick hunter 110H-MD ([www.parker.com/dhfn](http://www.parker.com/dhfn))

Colonne – Restek Rtx-5 20 m

\* 0,18 mm \* 0,20 µm

Injecteur – 226 °C

Interface – 280 °C

Source d'ions – 250 °C

Débit – 0,65 mls/minute (H<sub>2</sub>)

Volume injecté – 1 µl

Vitesse linéaire – 54,1 cm/s

### Programme du four :

80 °C à 270 °C à 7,5 °C/min

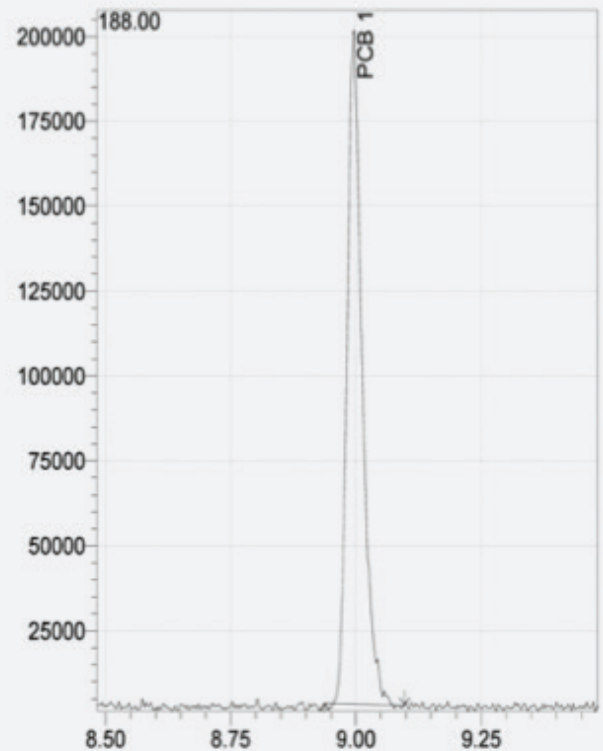
(pendant 5,0 minutes)

Temps de fonctionnement = 30,33 minutes

Temps d'échantillonnage – 0,75 minute

Mode de contrôle – Vitesse linéaire

0,1 ng/μl PCB 1



## Résultats

5 étalons ont été préparés dans de l'hexane et fonctionnent dans la plage de 0,2 ng/μl– 1 ng/μl. Des courbes d'étalonnage excellentes ont été obtenues à l'aide de 2 étalons en interne, avec tous les composés ayant un coefficient d'étalonnage > 0,990. 7 analyses ont été exécutées à 0,1 ng/μl afin de surveiller les performances. Une excellente reproductibilité a été observée, avec tous les rapports s/n < 10

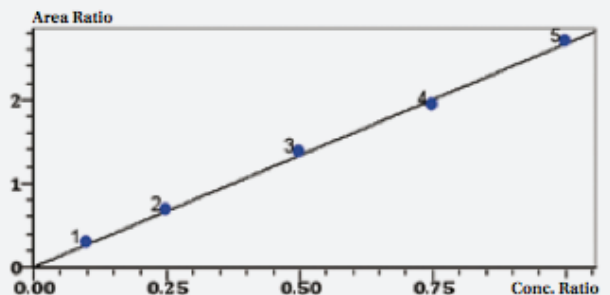
## Conclusion

Pour conclure, il n'y a aucune raison pour que l'hydrogène fourni par un générateur d'hydrogène 110H-MD ne puisse pas être utilisé pour l'analyse EPA de PCB par GC/MS. Des niveaux de 0,1 ng/μl peuvent être facilement atteints en mode SIM, avec des courbes d'étalonnage comparables à celle de l'hélium. En moyenne, un gain de temps de 3 minutes est également possible en utilisant de l'hydrogène.

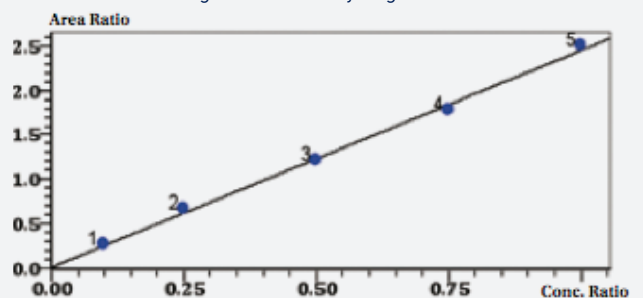
En plus des avantages en matière d'analyse, certains aspects de sécurité doivent être pris en compte au moment de comparer l'hydrogène à l'hélium. La quantité de gaz stockée dans un générateur est très petite (0,1 ng/μl PCB 1) par rapport à celle qui est contenue dans les bouteilles lourdes encombrantes à haute pression dans lesquelles l'hélium est livré. Un générateur de PdH s'arrête en cas de fuite, ce qui élimine le risque d'atteindre la limite explosive inférieure.

Avec le prix de l'hélium qui augmente sans cesse et les aléas de son approvisionnement, il n'y a pas de raison pour que l'hydrogène ne soit pas considéré comme alternative à l'hélium en tant que vecteur de gaz pour les applications GC/MS.

Courbe d'étalonnage PCB 101 - Hélium



Courbe d'étalonnage PCB 101 — Hydrogène



# Analyse des 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques désignés par l'EPA avec de l'hydrogène comme gaz vecteur.

## Introduction

L'hydrogène en tant que gaz vecteur est le plus utilisé pour de nombreuses applications car il permet des périodes de fonctionnement plus courtes (par rapport à l'azote et à l'hélium) et préserve la résolution. En réalité, la résolution est même généralement améliorée. Toutefois, l'utilisation de l'hydrogène comme gaz vecteur pour les analyses GC/MS a longtemps été négligée. Les réactions dans la source d'ions, l'insuffisance de capacité de pompage et le bruit ambiant élevé ont amplement justifié ce désintérêt. Dans une certaine mesure, la technologie moderne a dissipé ces préoccupations, mais l'hélium reste très utilisé dans de nombreuses méthodes bien établies. En matière d'analyse, l'hydrogène généré représente une solution supérieure, rentable et sûre par rapport aux bouteilles d'hélium.

L'une des études analytiques les plus courantes réalisées dans de nombreux laboratoires environnementaux est l'analyse des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Ces hydrocarbures constituent un groupe de composés comportant plusieurs noyaux benzéniques. Ils sont présents dans les combustibles fossiles, l'asphalte et différentes huiles, et sont formés par la combustion incomplète de composés contenant du charbon, tels que le bois, le carbone et le carburant diesel, pour n'en citer que quelques-uns.

L'Agence pour la protection d'environnement (EPA) a désigné 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques comme étant des polluants primaires. La détection et la quantification de ces composés, particulièrement dans l'eau et les sols, sont primordiales pour la santé et l'environnement en raison de leur nature toxique et cancérigène.

Parker domnick hunter fabrique toute une gamme de générateurs d'hydrogène fournissant du gaz d'hydrogène ultra pur en éliminant les problèmes de sécurité associés aux bouteilles haute pression. Ces générateurs améliorent les performances d'analyse, réduisent les durées de fonctionnement et maximisent la productivité.

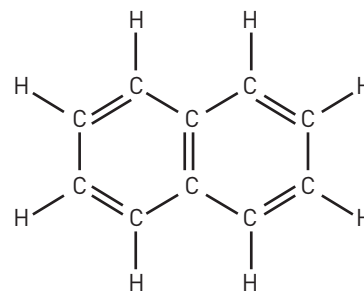
## Considérations analytiques

Généralement, l'analyse des 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques désignés par l'EPA est réalisée à l'aide d'instruments de GC-FID ou de GC/MS, avec des limites de détection pouvant varier en fonction du support concerné et de la technique d'analyse utilisée. Les instruments GC/MS sont avantageux car ils peuvent éliminer les pics non requis, indiquant uniquement les informations analytiques d'intérêt, en utilisant le mode SIM (Single Ion Monitoring). Ces atouts s'avèrent essentiels dans les matrices complexes, où les pics de composition similaire peuvent entraîner une fausse interprétation.

Le temps, c'est de l'argent ; c'est pourquoi dans les laboratoires d'analyse modernes, le flux d'échantillons et la productivité sont de la plus grande importance. L'hydrogène est déjà couramment utilisé comme gaz vecteur dans les procédés GC-FID car il permet une chromatographie supérieure et des temps de fonctionnement plus courts. Bien que son utilisation soit moins courante dans les procédés GC/MS, dans de bonnes conditions, il peut offrir de bien meilleures performances que l'hélium, avec en prime une sécurité améliorée et des économies.

Les analyses GC/MS standard utilisent l'hélium qui, outre les aléas de son approvisionnement, est souvent coûteux, et implique également l'utilisation de bouteilles haute pression lourdes et encombrantes (jusqu'à 200 bar g) devant être remplacées régulièrement.

Un générateur d'hydrogène Parker domnick hunter produit un gaz vecteur ultra pur à une pression et un débit constants, avec un volume stocké minimal, ce qui élimine les dangers de laboratoire associés aux réservoirs de stockage haute pression, tels que les bouteilles.



## Expérience

L'analyse a été réalisée sur un appareil Shimadzu QP2010s, en utilisant le mode SIM et l'injection sans diviseur de flux (splitless) ([www.shimadzu.com](http://www.shimadzu.com))

L'hydrogène a été fourni par un générateur Parker domnick hunter 110H-MD ([www.domnickhunter.com](http://www.domnickhunter.com))

La colonne a été fournie par Phenomenex - Zebtron ZB5MS 0,25 mm x 0,25 µm ([www.phenomenex.com](http://www.phenomenex.com))

Injecteur - 300 °C  
Interface - 320 °C  
Source d'ions - 250 °C  
Débit - 3 ml/min (H<sub>2</sub>)  
Volume injecté - 1 µl

### Programme du four :

40 °C (pendant 1 minute)  
100 °C à 15 °C/min (pendant 10 minutes)  
225 °C @ 5 °C/min (pendant 0 minute)  
320 °C à 15 °C/min (pendant 2 minutes)  
Temps de fonctionnement total = 48,33 minutes  
Temps d'échantillonnage - 1 minute  
Mode de contrôle - Vitesse linéaire



## Résultats

Des limites de détection de 1 ppm ont été atteintes facilement, avec une excellente résolution de ligne de base. 10 mesures ont été analysées à ce niveau, avec des coefficients de variation standard < 0,1 et des rapports signal sur bruit (s/n) compris entre 5 et 20 (généralement, < 10).

Les étalons ont été préparés dans du dichlorométhane, dans une plage comprise entre 5 et 100 ppm. L'étalonnage sur cette plage a montré une excellente linéarité avec tous les composés > 0,995.

En général, les hydrocarbures aromatiques polycycliques à élution tardive ont tendance à générer une traînée parfois très défavorable rendant l'intégration plus complexe et l'asymétrie de pic plus faible. L'exemple ci-dessus montre clairement que l'utilisation d'hydrogène en tant que gaz vecteur minimise les traînées, ce qui facilite l'intégration.

Comme le montre la comparaison des deux chromatogrammes à gauche, l'hydrogène présente de nombreux avantages par rapport à l'hélium en termes de performances chromatographiques :

- **Périodes de fonctionnement plus courtes, dans ce cas, un gain de temps de plus de 5 minutes**
- **Optimisation de la sensibilité, ce qui est important pour l'analyse des niveaux de trace**
- **Réduction de la traînée de pic des composants tardifs, qui est importante dans l'intégration des pics**
- **Proche de la résolution de référence des pics de co-élution tardifs**

## Conclusion

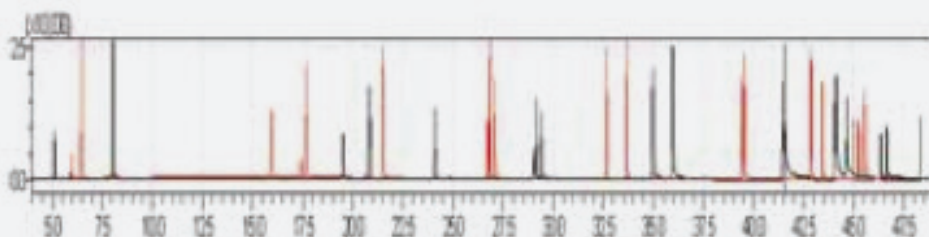
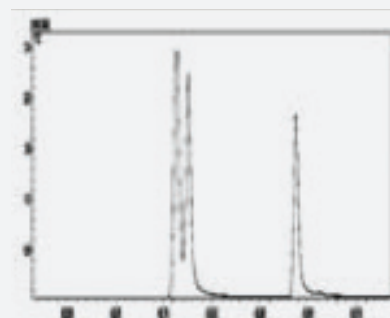
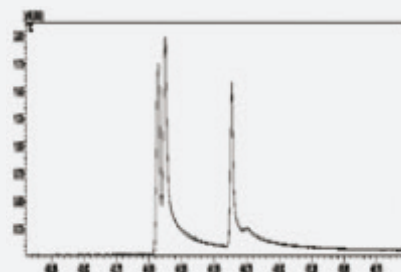
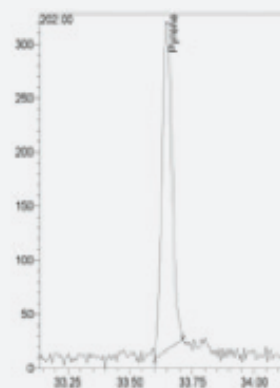
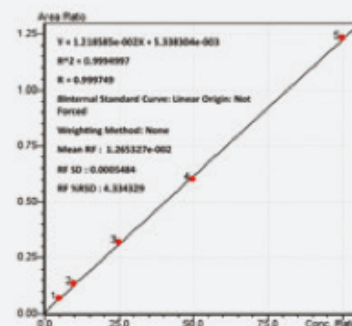
Pour conclure, du gaz vecteur d'hydrogène, fourni par un Parker domnick hunter

Le générateur 110H-MD respecte toutes les exigences nécessaires pour effectuer l'analyse des hydrocarbures aromatiques polycycliques par GC/MS et présente beaucoup d'avantages sur le gaz vecteur hélium.

Outre les avantages en matière d'analyse, les problèmes de sécurité sont résolus grâce à l'élimination du stockage et de la manipulation de réservoirs haute pression lourds, sans parler des dangers liés à une pénurie de gaz inattendue. Les temps d'arrêt des instruments dus au manque de gaz, ainsi que les dégâts sur la colonne et la perte de vide dans le système GC/MS, sont extrêmement indésirables. De plus, le volume de gaz stocké dans un générateur d'hydrogène est minime. Ce dernier est doté de fonctionnalités de sécurité intégrées en cas de fuite, coupant le flux d'hydrogène pour éliminer le danger qui existe lorsque la limite d'explosivité inférieure est atteinte.

Avec le prix de l'hélium sans cesse à la hausse et les aléas de son approvisionnement, l'intérêt de la production d'hydrogène ultra pur comme gaz vecteur pour les applications GC/MS n'est plus à démontrer. Comme de nombreux laboratoires d'analyse accordent une grande importance à l'optimisation du temps de fonctionnement des instruments de laboratoire, l'hydrogène se présente comme une alternative viable et sécurisée par rapport à l'hélium.

Dans ce document, nous avons présenté une méthode solide, à l'épreuve du temps et fiable consistant à utiliser l'hydrogène comme gaz vecteur pour réduire la traînée de pic, baisser les limites de détection, fournir une résolution de ligne de base supérieure pour les composés co-élus avec d'excellents coefficients d'étalonnage, au cours de périodes de fonctionnement d'analyse beaucoup plus courtes.



# Parker dans le monde

## Europe, Moyen Orient, Afrique

**AE – Émirats Arabes Unis, Dubai**  
Tél: +971 4 8127100  
parker.me@parker.com

**AT – Autriche, Wiener Neustadt**  
Tél: +43 (0)2622 23501-0  
parker.austria@parker.com

**AT – Europe de l'Est, Wiener Neustadt**  
Tél: +43 (0)2622 23501 900  
parker.easteurope@parker.com

**AZ – Azerbaïdjan, Baku**  
Tél: +994 50 2233 458  
parker.azerbaijan@parker.com

**BE/LU – Belgique, Nivelles**  
Tél: +32 (0)67 280 900  
parker.belgium@parker.com

**BG – Bulgarie, Sofia**  
Tél: +359 2 980 1344  
parker.bulgaria@parker.com

**BY – Biélorussie, Minsk**  
Tél: +48 (0)22 573 24 00  
parker.poland@parker.com

**CH – Suisse, Etoy**  
Tél: +41 (0)21 821 87 00  
parker.switzerland@parker.com

**CZ – République Tchèque, Klecany**  
Tél: +420 284 083 111  
parker.czechrepublic@parker.com

**DE – Allemagne, Kaarst**  
Tél: +49 (0)2131 4016 0  
parker.germany@parker.com

**DK – Danemark, Ballerup**  
Tél: +45 43 56 04 00  
parker.denmark@parker.com

**ES – Espagne, Madrid**  
Tél: +34 902 330 001  
parker.spain@parker.com

**FI – Finlande, Vantaa**  
Tél: +358 (0)20 753 2500  
parker.finland@parker.com

**FR – France, Contamine s/Arve**  
Tél: +33 (0)4 50 25 80 25  
parker.france@parker.com

**GR – Grèce, Le Pirée**  
Tél: +30 210 933 6450  
parker.greece@parker.com

**HU – Hongrie, Budaörs**  
Tél: +36 23 885 470  
parker.hungary@parker.com

**IE – Irlande, Dublin**  
Tél: +353 (0)1 466 6370  
parker.ireland@parker.com

**IL – Israël**  
Tél: +39 02 45 19 21  
parker.israel@parker.com

**IT – Italie, Corsico (MI)**  
Tél: +39 02 45 19 21  
parker.italy@parker.com

**KZ – Kazakhstan, Almaty**  
Tél: +7 7273 561 000  
parker.easteurope@parker.com

**NL – Pays-Bas, Oldenzaal**  
Tél: +31 (0)541 585 000  
parker.nl@parker.com

**NO – Norvège, Asker**  
Tél: +47 66 75 34 00  
parker.norway@parker.com

**PL – Pologne, Warszawa**  
Tél: +48 (0)22 573 24 00  
parker.poland@parker.com

**PT – Portugal**  
Tél: +351 22 999 7360  
parker.portugal@parker.com

**RO – Roumanie, Bucarest**  
Tél: +40 21 252 1382  
parker.romania@parker.com

**RU – Russie, Moscou**  
Tél: +7 495 645-2156  
parker.russia@parker.com

**SE – Suède, Spånga**  
Tél: +46 (0)8 59 79 50 00  
parker.sweden@parker.com

**SK – Slovaquie, Banská Bystrica**  
Tél: +421 484 162 252  
parker.slovakia@parker.com

**SL – Slovénie, Novo Mesto**  
Tél: +386 7 337 6650  
parker.slovenia@parker.com

**TR – Turquie, Istanbul**  
Tél: +90 216 4997081  
parker.turkey@parker.com

**UA – Ukraine, Kiev**  
Tél: +48 (0)22 573 24 00  
parker.poland@parker.com

**UK – Royaume-Uni, Warwick**  
Tél: +44 (0)1926 317 878  
parker.uk@parker.com

**ZA – Afrique du Sud, Kempton Park**  
Tél: +27 (0)11 961 0700  
parker.southafrica@parker.com

## Amérique du Nord

**CA – Canada, Milton, Ontario**  
Tél: +1 905 693 3000

**US – USA, Cleveland**  
Tél: +1 216 896 3000

## Asie Pacifique

**AU – Australie, Castle Hill**  
Tél: +61 (0)2-9634 7777

**CN – Chine, Shanghai**  
Tél: +86 21 2899 5000

**HK – Hong Kong**  
Tél: +852 2428 8008

**IN – Inde, Mumbai**  
Tél: +91 22 6513 7081-85

**JP – Japon, Tokyo**  
Tél: +81 (0)3 6408 3901

**KR – Corée, Seoul**  
Tél: +82 2 559 0400

**MY – Malaisie, Shah Alam**  
Tél: +60 3 7849 0800

**NZ – Nouvelle-Zélande, Mt Wellington**  
Tél: +64 9 574 1744

**SG – Singapour**  
Tél: +65 6887 6300

**TH – Thaïlande, Bangkok**  
Tél: +662 186 7000

**TW – Taiwan, Taipei**  
Tél: +886 2 2298 8987

## Amérique du Sud

**AR – Argentine, Buenos Aires**  
Tél: +54 3327 44 4129

**BR – Brésil, Sao Jose dos Campos**  
Tél: +55 800 727 5374

**CL – Chili, Santiago**  
Tél: +56 2 623 1216

**MX – Mexico, Toluca**  
Tél: +52 72 2275 4200

Centre européen d'information produits  
Numéro vert : 00 800 27 27 5374  
(depuis AT, BE, CH, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, IE, IL, IS, IT, LU, MT, NL, NO, PL, PT, RU, SE, SK, UK, ZA)