

Détecteur de masse Agilent Série 5975

Manuel d'utilisation



Agilent Technologies

Avertissements

© Agilent Technologies, Inc. 2009

Aucune partie de ce manuel ne peut être reproduite sous quelque forme et par quelque moyen que ce soit (y compris enregistrement et archivage électroniques ou traduction dans une autre langue) sans l'accord préalable et écrit de Agilent Technologies, Inc. dans le cadre des lois nationales et internationales sur le copyright et la propriété intellectuelle.

Référence du manuel

G3170-93030

Édition

Troisième édition, Juin 2009
Deuxième édition, octobre 2008
Remplace G3170-93023

Imprimé aux USA

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Boulevard
Santa Clara, CA 95052

Garantie

Toutes les informations de ce document sont fournies "en l'état", et peuvent être modifiées sans préavis dans des éditions à venir. De plus, dans toute la mesure autorisée par les lois applicables, Agilent décline toute garantie expresse ou implicite en ce qui concerne ce manuel et toute information qu'il contient y compris – mais sans que cela soit limitatif – tout type de garantie implicite de valeur marchande et d'adéquation à une application particulière. Agilent ne saurait être tenu pour responsable en ce qui concerne les erreurs ou les dommages fortuits ou consécutifs à la fourniture, l'utilisation ou l'exploitation de ce document ou de toute information qu'il contient. Un accord séparé et écrit passé entre Agilent et l'utilisateur et comportant des clauses de garantie en contradiction avec les clauses ci-dessus mentionnées prévaut sur celles-ci.

Signalisation de la sécurité

ATTENTION

Une mention **ATTENTION** signale un danger. Elle attire l'attention sur une procédure, une méthode ou autre dont l'exécution incorrecte ou le non-respect peut endommager le produit ou provoquer la perte de données importantes. Ne pas poursuivre au-delà d'une mention **ATTENTION** sans avoir bien compris et vérifié les conditions indiquées.

AVERT.

La mention **AVERTISSEMENT** signale un risque corporel. Elle attire l'attention sur une procédure, une manipulation ou action similaire qui, si elle n'est pas exécutée correctement ou n'est pas respectée, risque d'entraîner des blessures corporelles voire la mort. Ne pas poursuivre au-delà d'une mention **AVERTISSEMENT** sans avoir bien compris et vérifié les conditions indiquées.

A propos de ce manuel

Le présent manuel contient des informations permettant de faire fonctionner, d'exploiter et de maintenir les détecteurs de masse (DDM) Agilent série 5975.

1 Introduction

Le chapitre 1 fournit des informations générales sur les DDM de la série 5975, dont une présentation de l'instrument, des avertissements généraux relatifs à la sécurité, et les consignes de sécurité spécifiques à l'utilisation de l'hydrogène.

2 Installation des colonnes CPG

Le chapitre 2 décrit la préparation d'une colonne capillaire avant son utilisation sur le DDM, son installation dans le four CPG et son raccordement au DDM au moyen de l'interface CPG/DDM.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Le chapitre 3 décrit les opérations de base comme le réglage des températures, la surveillance des pressions, le réglage, la mise à l'air (ou mise à la pression atmosphérique) et la mise sous vide (ou évacuation). Une grande partie de ce chapitre est consacrée au fonctionnement en mode ionisation chimique (CI).

4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)

Le chapitre 4 décrit des opérations complémentaires nécessaires au fonctionnement en mode CI.

5 Maintenance courante

Le chapitre 5 décrit les procédures de maintenance communes aux instruments EI et CI.

6 Maintenance CI

Le chapitre 6 décrit les procédures spécifiques des DDM fonctionnant en CI.

A Ionisation chimique

L'annexe A présente un aperçu de la théorie de l'ionisation chimique.

Documentation utilisateur en ligne

A présent la documentation de votre appareil Agilent est réunie sur un seul support, à portée de main.



Le DVD du logiciel livré avec votre appareil contient un recueil étendu d'aide en ligne, de vidéos et de documents pour les CPG Agilent 7890A, 6890N, le DDM série 5975 et l'ALS 7683B. Voici les versions traduites dont vous avez besoin :

- la documentation pour se familiariser
- Guide de sécurité et de réglementations
- Liste de vérification de la préparation du site
- Informations relatives à l'installation
- Guide d'utilisation
- Informations relatives à la maintenance
- Informations relatives au dépannage

Sommaire

1 Introduction

Version du détecteur de masse série 5975	11
Abréviations utilisées	12
Le détecteur de masse série 5975	14
Description de l'instrument DDM avec CI	16
Avertissements importants relatifs à la sécurité	18
Précautions d'utilisation du CPG	18
Hydrogène et sécurité	21
Homologations de sécurité et réglementaires	27
Cadre de l'utilisation	30
Nettoyage et recyclage du produit	30
Éclaboussures	30
Déplacement et entreposage du DDM	30

2 Installation des colonnes CPG

Colonnes	32
Adaptation d'une colonne sur son support dans un CPG 6850	34
Préparation d'une colonne capillaire pour son installation	39
Installation d'une colonne capillaire dans un injecteur avec/sans division	41
Conditionnement d'une colonne capillaire	43
Installation d'une colonne capillaire dans l'interface CPG/DDM	44
CPG Agilent 7890A et 6890	44
CPG 6850	46

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Exploitation du DDM depuis le système d'acquisition de données	53
--	----

Exploitation du DDM depuis le tableau de commande local (LCP)	53
Modes de fonctionnement	53
Messages d'état du LCP	55
ChemStation Loading <horodatage>	55
Executing <type>tune	55
Instrument Available <horodatage>	55
Loading Method <nom de méthode>	55
Loading MSD Firmware	55
Loading OS	56
<méthode> Complete <horodatage>	56
Method Loaded <nom de méthode>	56
MS locked by <nom de l'ordinateur>	56
Press Sideplate	56
Run: <méthode> Acquiring <fichier de données>	56
Affichage de l'état du système pendant le démarrage	57
Menus LCP	58
Interface CPG/DDM EI	61
Avant de mettre le DDM en marche	63
Mise sous vide	64
Commande des températures	64
Commande du débit de la colonne	65
Mise à l'air du DDM	66
Affichage de la température de l'analyseur et de l'état du vide du DDM	67
Configuration des fenêtres de surveillance des températures et de l'état du vide du DDM	69
Configuration des températures de l'analyseur du DDM	71

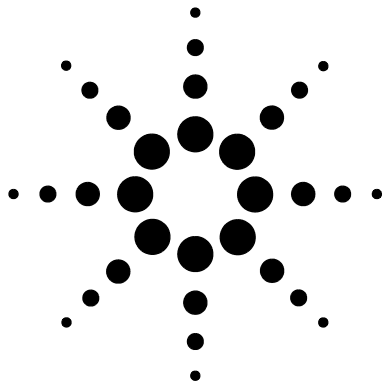
Configuration de la température de l'interface CPG/DDM depuis la ChemStation	73
Surveillance de la pression du vide secondaire	75
Mesure de la vitesse linéaire du gaz vecteur dans la colonne	77
Calcul du débit de la colonne	78
Réglage du DDM	79
Vérification des performances du système	80
Test aux masses élevées (DDM série 5975)	81
Dépose des capots du DDM	84
Mise à la pression atmosphérique du DDM	86
Ouverture de l'enceinte de l'analyseur	88
Fermeture de l'enceinte de l'analyseur	91
Mise sous vide du DDM	95
Transport et entreposage du DDM	97
Réglage de la température de l'interface CPG/DDM depuis le CPG	99

4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)

Instructions générales	102
L'interface CPG/DDM CI	103
Fonctionnement du DDM CI	105
Procédure de passage de la source EI à la source CI	106
Mise sous vide du DDM CI	107
Configuration du logiciel pour le fonctionnement en CI	108
Utilisation du module de régulation de débit de gaz réactif	110
Réglage du débit du gaz réactif méthane	113

	Utilisation d'autres gaz réactifs	115
	Procédure de passage de la source CI à la source EI	119
	Réglage automatique en mode CI	120
	Exécution d'un autoréglage en PCI (méthane seulement)	122
	Exécution d'un autoréglage en NCI (gaz réactif méthane)	124
	Vérification des performances en PCI	126
	Vérification des performances en NCI	127
	Surveillance de la pression du vide secondaire	128
5	Maintenance courante	
	Avant de commencer...	132
	Maintenance du système de vide	137
6	Maintenance CI	
	Informations générales	144
	Configuration du DDM pour le fonctionnement en CI	145
A	Ionisation chimique	
	Présentation de l'ionisation chimique	150
	Théorie de la CI positive	152
	Théorie de la CI négative	159

Index



1

Introduction

Version du détecteur de masse série 5975	11
Abréviations utilisées	12
Le détecteur de masse série 5975	14
Description de l'instrument DDM avec CI	16
Avertissements importants relatifs à la sécurité	18
Des tensions dangereuses sont présentes sur de nombreuses pièces internes du DDM	18
Les décharges électrostatiques constituent une menace pour les circuits électroniques du DDM	19
La température élevée de nombreuses parties de l'appareil est dangereuse	19
Le bac à huile placé sous la pompe primaire standard présente un risque d'incendie	20
Hydrogène et sécurité	21
Risques spécifiques à l'utilisation du CPG/DDM	22
Accumulation d'hydrogène dans un DDM	22
Précautions à prendre	24
Homologations de sécurité et réglementaires	27
Informations	27
Symboles	28
Compatibilité électromagnétique	29
Déclaration sur les émissions sonores	29
Cadre de l'utilisation	30
Nettoyage et recyclage du produit	30
Éclaboussures	30
Déplacement et entreposage du DDM	30



1 Introduction

Le présent manuel décrit le fonctionnement, l'exploitation et la maintenance des détecteurs de masse (DDM) série 5975 d'Agilent Technologies (DDM = MSD en anglais, acronyme de Mass Selective Detector également souvent utilisé en français).

Version du détecteur de masse série 5975

Les DDM série 5975 sont équipés soit d'une pompe à diffusion, soit d'une pompe turbomoléculaire (2 modèles différents). L'étiquette portant le numéro de série donne une référence de produit (Tableau 1) qui indique de quel type de DDM il s'agit exactement.

Tableau 1 Pompes secondaires disponibles

Dénomination du modèle	Référence produit	Description	Mode(s) d'ionisation
DDM 5975B VL	G3170A	DDM à pompe à diffusion	Ionisation par impact électronique (EI)
DDM 5975B inert	G3171A	DDM à pompe turbo standard	Ionisation par impact électronique (EI)
DDM 5975B inert XL	G3172A	DDM à pompe turbo "performance"	Ionisation par impact électronique (EI)
DDM 5975B inert XL EI/CI	G3174A	CI à masse élevée, pompe turbo "performance"	Ionisation par impact électronique (EI) Ionisation chimique négative (NCI) Ionisation chimique positive (PCI)

Abréviations utilisées

Les abréviations figurant dans le Tableau 2 sont utilisées dans le présent manuel. Elles sont répertoriées ici pour être consultées facilement.

Tableau 2 Abréviations

Abréviation	Définition
CA	Courant alternatif
ALS	Echantillonneur automatique de liquide (Automatic liquid sampler)
BFB	Bromofluorobenzène (composé de référence)
CI	Ionisation chimique
CC	Courant continu
DFTPP	Difluorotriphénylphosphine (composé de référence)
DIP	Sonde d'introduction directe (acronyme de Direct Insertion Probe)
DP	Pompe à diffusion
EI	Ionisation par impact électronique (acronyme de Electron Impact)
EM	Multiplicateur d'électrons (détecteur, acronyme de Electron Multiplier)
EMV	Tension du multiplicateur d'électrons (acronyme de Electron Multiplier Voltage)
EPC	Régulation électronique des gaz (acronyme de Electronic Pneumatic Control)
eV	Électron-volt
CPG	Chromatographe en phase gazeuse
HED	Dynode à haute énergie (acronyme de High-Energy Dynode), qualifie le détecteur et son alimentation
DI	Diamètre intérieur
LAN	Réseau local (acronyme de Local Area Network)
LCP	Tableau de commande local (acronyme de Local Control Panel), à l'avant du DDM

Tableau 2 Abréviations (suite)

Abréviation	Définition
<i>m/z</i>	Rapport masse/charge
MFC	Contrôleur de débit massique (acronyme de Mass Flow Controller)
DDM	Détecteur de masse (aussi MSD acronyme de Mass Selective Detector, également souvent utilisé en français)
NCI	Ionisation chimique négative (Negative CI)
OFN	Octafluoronaphthalène (composé de référence)
PCI	Ionisation chimique positive (Positive CI)
PFDTD	Perfluoro-5, 8-diméthyl-3, 6, 9-trioxydodécane (composé de référence)
PFHT	2, 4, 6-tris(perfluoroheptyl)-1, 3, 5-triazine (composé de référence)
PFTBA	Perfluorotributylamine (composé de référence)
Quad	Filtre de masse à quadripôle
RF	Radiofréquence
RFPA	Amplificateur de puissance de la radiofréquence (acronyme de Radio Frequency Power Amplifier)
Torr	Unité de pression, 1 mm Hg
Turbo/ Turbopompe	Turbomoléculaire, pompe turbomoléculaire

Le détecteur de masse série 5975

Le DDM série 5975 est un détecteur autonome pour la CPG capillaire qui peut être couplé à un chromatographe en phase gazeuse Agilent (Tableau 3).

Caractéristiques principales du DDM :

- Tableau de commande local (LCP) permettant de suivre et commander son fonctionnement localement
- Une pompe secondaire (3 modèles différents selon la version du DDM)
- Un pompe primaire à palettes
- Une source à impact électronique à chauffage indépendant commandé par le DDM
- Filtre de masse quadripolaire hyperbolique à chauffage indépendant commandé par le DDM
- Détecteur à multiplicateur d'électrons à dynode à haute énergie (HED)
- Interface CPG/DDM à chauffage indépendant commandé par le CPG
- Modes d'ionisation chimique disponibles (EI/PCI/NCI)

Description physique

Le DDM série 5975 est constitué d'un boîtier parallélépipédique, d'environ 42 cm de haut, 26 cm de large, et 65 cm de profondeur. Il pèse 25 kg en version pompe à diffusion, 26 kg en version turbo standard et 29 kg en version turbo "performance". La pompe primaire séparée (vide grossier) pèse quant à elle 11 kg (pompe standard).

Les principaux sous-ensembles de l'instrument sont : le châssis et les capots, le tableau de commande local, le système de vide, l'interface CPG, l'électronique et l'analyseur.

Tableau de commande local

Le tableau de commande local (LCP) sert à suivre et commander localement le fonctionnement du DDM. Il permet de faire les réglages du DDM, de lancer l'exécution d'une méthode ou d'une séquence, et de suivre l'état de l'instrument.

Jauge à vide

Le DDM série 5975 peut être équipé d'une microjauge à ionisation. La Chemstation de commande DDM permet de lire la pression (vide secondaire) qui règne dans l'enceinte de l'analyseur. Le fonctionnement du contrôleur de jauge est décrit dans ce manuel.

La jauge est *indispensable* pour le fonctionnement en ionisation chimique (CI).

Tableau 3 Modèles et caractéristiques des DDM série 5975

Caractéristique/Fonction	Modèle			
	G3170A	G3171A	G3172A	G3174A
Pompe secondaire	À diffusion	Turbo standard	Turbo "performance"	Turbo "performance"
Débit de colonne optimal, He, ml/min	1	1	1 à 2	1 à 2
Débit gazeux max. recommandé, ml/min*	1,5	2,0	4,0	4
Débit gazeux max., ml/min [†]	2	2,4	6,5	6,5
DI max. de colonne	0,25 mm (30 m)	0,32 mm (30 m)	0,53 mm (30 m)	0,53 mm (30 m)
CI	Non	Non	Non	Oui
DIP [‡] (sonde non Agilent)	Oui	Oui	Oui	Oui

* Débit gazeux total entrant dans le DDM : débit colonne + éventuel débit de gaz réactif.

† Dégradation certaine de la qualité des spectres et de la sensibilité.

‡ Sonde d'introduction directe (DIP = Direct insertion probe).

Description de l'instrument DDM avec CI

La Figure 1 présente une vue générale d'un système CPG 5975/DDM type.

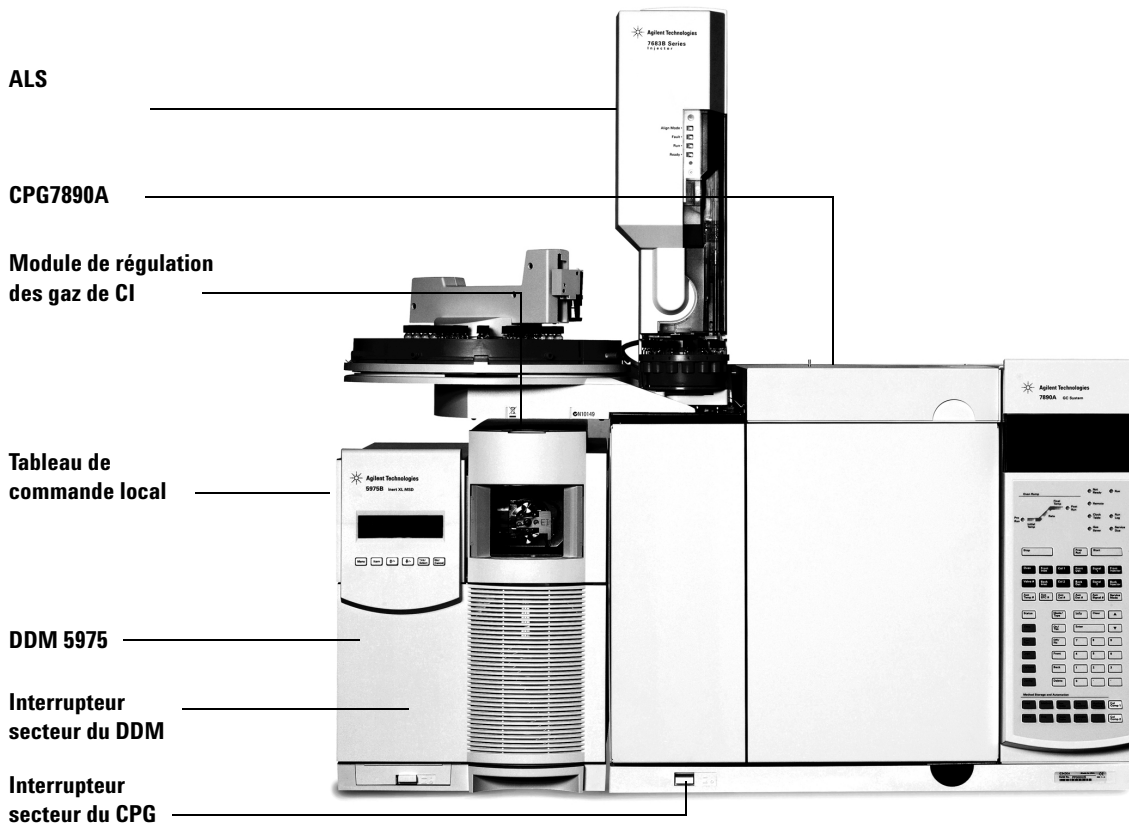


Figure 1 Système CPG/DDM 5975 avec CPG 7890A Agilent

Le spectromètre est conçu pour que le DDM série 7890A fournisse des spectres d'ionisation chimique classique de haute qualité comportant des ions "moléculaires" d'adduction. Plusieurs gaz réactifs peuvent être utilisés.

Dans ce manuel, le terme "DDM CI" désigne le DDM G3174A et les DDM G3172A mis à niveau pour la CI. Sauf indication contraire, ceci est également valable pour le module de régulation des gaz de ces instruments.

Caractéristiques supplémentaires des systèmes CI de la série 5975 :

- Interface CPG/DDM EI/CI,
- Source d'ionisation chimique et cône d'étanchéité de l'extrémité de l'interface,
- Module de régulation de débit des gaz réactifs,
- Alimentation HED bipolaire pour fonctionner en PCI et NCI.

Une cartouche de purification du méthane/isobutane (fournie) est **indispensable**. Cette cartouche élimine l'oxygène, l'eau, les hydrocarbures et les composés soufrés.

Un contrôleur de jauge (G3397A) est **indispensable** pour afficher le vide secondaire en CI et est également recommandé en EI.

Le système DDM CI a été conçu pour obtenir la pression de source relativement élevée nécessaire pour le fonctionnement en CI tout en maintenant un vide secondaire suffisant dans la région du quadripôle et du détecteur. Les joints spéciaux du circuit gazeux du gaz réactif et les très petits orifices de la source maintiennent le gaz dans le volume d'ionisation suffisamment longtemps pour que les réactions chimiques appropriées puissent se produire.

L'interface CI est équipée d'un circuit gazeux spécial d'introduction du gaz réactif. Un cône d'étanchéité isolant et à ressort s'adapte à l'extrémité de l'interface.

Passer de la CI à l'EI et vice versa prend moins d'une heure bien qu'une à deux heures soient nécessaires pour purger le circuit de gaz réactif et éliminer l'eau et d'autres contaminants. Pour passer de la PCI à la NCI il faut environ 2 heures car la source doit refroidir.

Avertissements importants relatifs à la sécurité

Il y a plusieurs précautions de sécurité qu'il ne faut jamais perdre de vue lors de l'utilisation des DDM.

Des tensions dangereuses sont présentes sur de nombreuses pièces internes du DDM

Lorsque le DDM est branché au secteur, même avec l'interrupteur en position arrêt, les points suivants sont portés à des tensions potentiellement dangereuses :

- câblage entre le cordon d'alimentation du DDM et l'alimentation CA, l'alimentation CA elle-même et le câblage entre l'alimentation CA et l'interrupteur.

Lorsque l'appareil est sous tension (interrupteur en position de marche), il existe aussi des tensions dangereuses sur :

- toutes les cartes électroniques de l'instrument,
- les fils et câbles internes connectés à ces cartes,
- les fils d'alimentation de tous les chauffages (four, détecteur, injecteur, compartiment de vanne).

AVERT.

Toutes ces parties sont protégées par des capots. Si les capots sont bien en place, il devrait être assez difficile d'entrer en contact accidentellement avec ces tensions dangereuses. Sauf instructions contraires, il ne faut jamais retirer un capot à moins que le détecteur, l'injecteur et le four ne soient hors tension.

AVERT.

Si l'isolant du câble d'alimentation présente des signes de faiblesse ou d'usure, il faut le remplacer. Dans ce cas, contacter un représentant du service après-vente Agilent.

Précautions d'utilisation du CPG

Lorsque le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène, enlevez le grand couvercle en plastique de la ligne de transfert du DDM située sur le panneau gauche du CPG. Dans l'éventualité peu probable d'une explosion, ce couvercle risquerait de se déplacer.

Les décharges électrostatiques constituent une menace pour les circuits électroniques du DDM

Les décharges électrostatiques peuvent endommager les cartes à circuit imprimé du DDM. Ne pas toucher les cartes sauf en cas de nécessité absolue. Pour manipuler une carte, il faut se munir d'un bracelet antistatique et la manipuler par les bords uniquement. Le port d'un bracelet antistatique mis à la terre est nécessaire à chaque fois que le capot droit du DDM est retiré.

La température élevée de nombreuses parties de l'appareil est dangereuse

De nombreuses pièces du CPG/DDM fonctionnent à des températures suffisamment élevées pour provoquer de graves brûlures. En voici une liste non exhaustive :

- les injecteurs,
- le four et son contenu,
- le détecteur,
- les écrous de fixation d'une colonne sur l'injecteur ou le détecteur,
- le compartiment à vannes,
- la pompe primaire.

Avant toute intervention dans ces zones, il faut toujours les laisser refroidir à la température ambiante. Pour qu'une zone chauffée refroidisse plus vite, commencer par la régler à la température ambiante. Couper l'alimentation de la zone une fois qu'elle a atteint cette température. Dès qu'il s'avère nécessaire d'intervenir sur ces parties à haute température, utiliser une clé et porter des gants. À chaque fois que c'est possible, refroidir la partie de l'instrument sur laquelle il faut intervenir avant de commencer l'intervention.

AVERT.

Prendre des précautions pour travailler derrière l'instrument. Pendant le refroidissement du four, le CPG évacue des gaz chauds susceptibles d'occasionner des brûlures.

AVERT.

L'isolant autour des injecteurs, des détecteurs, du compartiment à vannes et celui des coupelles d'isolation sont en fibres réfractaires. Pour éviter d'inhaler des particules de fibres, nous recommandons de suivre les consignes de sécurité suivantes : ventiler la zone de travail ; porter des manches longues, des gants, des lunettes de sécurité et un respirateur jetable pour filtrer les poussières et les vapeurs ; pour se débarrasser des isolants, les placer dans un sac de plastique fermé hermétiquement ; se laver les mains avec un savon doux et à l'eau froide après avoir manipulé les isolants.

Le bac à huile placé sous la pompe primaire standard présente un risque d'incendie

Les chiffons ou papiers absorbants huileux qui s'y trouveraient pourraient s'enflammer et endommager la pompe ou d'autres parties du DDM.

AVERT.

Les matériaux combustibles (ou mèches absorbantes inflammables ou non) placées sous, sur ou autour de la pompe primaire font naître un risque d'incendie. Il faut conserver le bac propre et ne pas y laisser de matériaux absorbants comme du papier essuie-tout.

Hydrogène et sécurité

AVERT.

L'utilisation de l'hydrogène comme gaz vecteur CPG présente un risque potentiel.

AVERT.

L'utilisation de l'hydrogène (H₂) comme gaz vecteur ou de combustion présente un risque d'explosion en cas de fuite dans le four du CPG. C'est pourquoi, lorsque l'instrument est alimenté en hydrogène, il faut maintenir l'alimentation fermée jusqu'à ce que tous les raccordements soient effectués et s'assurer que les raccords de colonne côtés injecteur et détecteur soient reliés à une colonne, ou encore obturés.

L'hydrogène est hautement inflammable. Toute fuite dans un espace clos présente un risque d'incendie ou d'explosion. Dans tous les cas où l'hydrogène est utilisé, il faut vérifier l'étanchéité des raccords des circuits et des vannes avant d'utiliser l'instrument. Avant toute intervention sur l'instrument, toujours fermer l'alimentation en hydrogène à la source.

L'hydrogène est couramment utilisé comme gaz vecteur de CPG. L'hydrogène présente un risque d'explosion et possède d'autres caractéristiques dangereuses.

- L'hydrogène est combustible sur une large plage de concentration. À la pression atmosphérique, l'hydrogène est combustible pour une concentration volumique comprise entre 4 et 74,2 %.
- De tous les gaz, l'hydrogène est celui qui possède la plus grande vitesse de combustion.
- L'hydrogène possède une très faible énergie d'inflammation.
- En cas de détente brutale, l'hydrogène peut s'enflammer spontanément.
- La flamme de l'hydrogène est peu lumineuse et peut passer inaperçue sous un bon éclairage ambiant.

Risques spécifiques à l'utilisation du CPG/DDM

L'hydrogène présente de nombreux risques. Certains sont généraux, d'autres sont spécifiques de l'utilisation en CPG ou CPG/DDM. Voici une liste non exhaustive des risques potentiels :

- Inflammation de l'hydrogène qui s'échapperait d'une fuite.
- Inflammation en raison d'une détente rapide de l'hydrogène qui s'échapperait d'une bouteille à haute pression.
- Combustion ou explosion de l'hydrogène qui se serait accumulé dans le four du CPG (consulter la documentation du CPG et l'étiquette placée sur le bord supérieur de la porte du four du CPG).
- Combustion ou explosion de l'hydrogène qui se serait accumulé dans le DDM.

Accumulation d'hydrogène dans un DDM

AVERT.

Le DDM ne peut pas détecter les fuites qui pourraient se produire au niveau de l'injecteur ni du détecteur. C'est la raison pour laquelle il est crucial de connecter une colonne sur les raccords de colonne ou bien d'obturer ces derniers.

Tous les utilisateurs doivent connaître les circonstances permettant l'accumulation de l'hydrogène (Tableau 4) ainsi que les précautions à prendre en cas de suspicion ou de découverte d'une telle accumulation. On notera que toutes ces circonstances sont valables sur *tous* les spectromètres de masse, DDM compris.

Tableau 4 Circonstances permettant l'accumulation de l'hydrogène

Circonstances	Résultats
Arrêt du spectromètre de masse	On peut arrêter volontairement un spectromètre de masse. Il peut aussi s'arrêter fortuitement en raison d'une défaillance interne ou externe. L'arrêt du spectromètre de masse ne coupe pas le débit de gaz vecteur. En conséquence, de l'hydrogène peut s'accumuler lentement dans le spectromètre de masse.

Tableau 4 Circonstances permettant l'accumulation de l'hydrogène (suite)

Circonstances	Résultats
Fermeture automatique de la vanne d'arrêt du spectromètre de masse	Certains spectromètres de masse sont équipés de vannes automatiques d'arrêt des pompes à diffusion. Dans ces instruments, une action volontaire ou des défaillances diverses entraînent la fermeture des vannes d'arrêt. La fermeture des vannes d'arrêt ne coupe pas le débit de gaz vecteur. En conséquence, de l'hydrogène peut s'accumuler lentement dans le spectromètre de masse.
Fermeture manuelle de la vanne d'arrêt du spectromètre de masse	Certains spectromètres de masse sont équipés de vannes manuelles d'arrêt des pompes à diffusion. L'opérateur peut fermer les vannes d'arrêt de ces instruments. La fermeture des vannes d'arrêt ne coupe pas le débit de gaz vecteur. En conséquence, de l'hydrogène peut s'accumuler lentement dans le spectromètre de masse.
Arrêt du CPG	On peut arrêter volontairement un CPG. Il peut aussi s'arrêter fortuitement en raison d'une défaillance interne ou externe. La façon dont le CPG réagit dépend du modèle. Si un CPG 6890 équipé de la régulation électronique de pression (EPC) est arrêté, l'EPC coupe le débit du gaz vecteur. Si le débit du gaz vecteur n'est pas asservi par l'EPC, le débit augmente jusqu'à atteindre son maximum. Ce débit peut dépasser la capacité d'évacuation du spectromètre de masse, et entraîner l'accumulation d'hydrogène dans le spectromètre de masse. Si le spectromètre de masse est arrêté en même temps, l'accumulation peut être relativement rapide.

Tableau 4 Circonstances permettant l'accumulation de l'hydrogène (suite)

Circonstances	Résultats
Panne d'alimentation	En cas de coupure secteur, le CPG et le spectromètre de masse s'arrêtent tous deux. Cependant, le gaz vecteur n'est pas nécessairement coupé. Comme décrit précédemment, dans certains CPG, la coupure de l'alimentation peut entraîner l'augmentation du débit de gaz vecteur jusqu'à sa valeur maximale. En conséquence, de l'hydrogène peut s'accumuler dans le spectromètre de masse.

AVERT.

Une fois que de l'hydrogène s'est accumulé dans le spectromètre de masse, il faut prendre d'extrêmes précautions pour l'éliminer. Une procédure erronée de démarrage d'un spectromètre de masse rempli d'hydrogène comporte un risque d'explosion.

AVERT.

Après une coupure secteur, un spectromètre de masse peut redémarrer et commencer la procédure d'évacuation de façon automatique. Cela ne garantit pas que tout l'hydrogène présent dans le système a été évacué ni que tout risque d'explosion est écarté.

Précautions à prendre

Pour travailler sur un système CPG/DDM utilisant l'hydrogène comme gaz vecteur, il faut prendre les précautions ci-dessous.

Précautions relatives à l'équipement

Il FAUT s'assurer du léger serrage manuel correct de la vis moletée avant de la plaque latérale. Ne pas serrer exagérément la vis moletée car cela peut provoquer des fuites.

AVERT.

Le non-respect de la procédure décrite ci-dessus pour le DDM augmente considérablement le risque de blessures corporelles en cas d'explosion.

Vous devez également retirer le couvercle en plastique de la fenêtre en verre située à l'avant du DDM 5975 MSD. Dans l'éventualité peu probable d'une explosion, ce couvercle risquerait de se déplacer.

Précautions générales relatives au laboratoire

- Veiller à éliminer toute fuite sur les lignes de gaz. S'assurer périodiquement de l'absence de fuite d'hydrogène avec un détecteur de fuites.
- Réduire au maximum le nombre de sources possibles d'inflammation dans le laboratoire (flammes nues, appareils pouvant produire des étincelles, sources d'électricité statique, etc.).
- Ne jamais laisser sortir directement à l'air libre l'hydrogène provenant d'une bouteille à haute pression (risque d'inflammation spontanée).
- Préférer l'utilisation d'un générateur à celle d'une bouteille d'hydrogène.

Précautions d'exploitation

- Fermer l'hydrogène à sa source à chaque fois que le CPG ou le DDM sont arrêtés.
- Fermer l'hydrogène à sa source à chaque fois que le DDM est mis à la pression atmosphérique ; faire toutefois attention de ne pas chauffer la colonne capillaire sans gaz vecteur.
- Fermer l'hydrogène à sa source à chaque fois que les vannes d'arrêt du DDM sont fermées ; faire toutefois attention de ne pas chauffer la colonne capillaire sans gaz vecteur.
- Fermer l'hydrogène à sa source en cas de coupure secteur.
- Si une coupure secteur s'est produite avec le système CPG/DDM sans surveillance, et même s'il a redémarré automatiquement, effectuer la procédure suivante :
 - 1 Fermer immédiatement le gaz vecteur à sa source.
 - 2 Mettre le CPG hors tension.
 - 3 Mettre le DDM hors tension et le laisser refroidir pendant 1 heure.
 - 4 Éliminer **toutes** les sources potentielles d'inflammation présentes dans la salle.
 - 5 Mettre l'enceinte à vide du DDM à la pression atmosphérique.
 - 6 Patienter au moins 10 minutes pour que l'hydrogène se dissipe.
 - 7 Redémarrer le CPG et le DDM normalement.

1 Introduction


Pour l'utilisation de l'hydrogène, contrôler l'absence de fuite pour éviter le risque d'incendie ou d'explosion dans le respect de la réglementation locale Hygiène, Sécurité et Environnement (HSE). Toujours vérifier les fuites après avoir remplacé une bouteille d'hydrogène ou travaillé sur les lignes d'alimentation. Toujours s'assurer que la ligne de sortie est reprise par une hotte aspirante.

Homologations de sécurité et réglementaires

Le DDM série 5975 est conforme aux normes de sécurité suivantes :

- CSA (Canadian Standards Association = Association Canadienne de Normalisation) : CAN/CSA- C222 n° 61010- 1- 04
- CSA/ NRTL (Nationally Recognized Test Laboratory = Laboratoire d'essai notifié au Canada) : UL 61010-1
- IEC (International Electrotechnical Commission = Commission Électrotechnique Internationale - CEI) : 61010-1
- EN (EuroNorm = Norme Européenne) : 61010-1

Le DDM 5975 est conforme à la réglementation sur la compatibilité électromagnétique (CEM) et les interférences en radiofréquences (RFI) :

- CISPR 11/EN 55011 : groupe 1, classe A
- IEC/EN 61326
- AUS/NZ 

This ISM device complies with Canadian ICES- 001. Cet appareil ISM est conforme à la Norme sur le Matériel Brouilleur NMB-001 (Canada).



Le DDM série 5975 est conçu et fabriqué sous contrôle d'un système d'assurance qualité homologué ISO 9001.

Informations

Le DDM série 5975 d'Agilent Technologies est conforme aux classifications CEI (Commission Électrotechnique Internationale) suivantes : équipement de classe I, équipement de laboratoire, catégorie d'installation II, degré de pollution 2.

Cet instrument a été conçu et testé selon des normes de sécurité reconnues ; il est conçu pour un usage en intérieur. Si l'instrument est utilisé d'une manière non spécifiée par le fabricant, la protection fournie par l'instrument peut être diminuée. Si pour une raison quelconque le DDM ne présente plus la sécurité d'origine, le déconnecter de toutes les sources d'énergie et s'assurer qu'il ne puisse plus être utilisé.

1 Introduction

Ne confier les interventions qu'à des techniciens qualifiés. Échanger des pièces ou effectuer des modifications non autorisées sur l'instrument peut mettre la sécurité en péril.

Symboles

Les avertissements figurant dans le manuel ou inscrits sur l'instrument doivent être observés pendant toutes les phases d'utilisation, d'entretien et de réparation de celui-ci. Le non-respect de ces précautions constitue un manquement aux normes de sécurité et à l'utilisation prévue de l'instrument. La société Agilent Technologies décline toute responsabilité en cas de non-respect de ces consignes.

Pour plus d'informations, se référer aux documents annexes



Signale une surface chaude.



Signale un risque d'électrocution.



Signale une borne de terre.



Risque d'explosion.



ou



Signale un risque de radioactivité.



Signale un risque de décharge électrostatique.



Indique que ce produit électronique ne peut être éliminé comme déchet ménager.



Compatibilité électromagnétique

Cet appareil est conforme aux exigences de la norme CISPR 11. Son utilisation est soumise aux deux conditions suivantes :

- L'appareil ne peut pas produire d'interférences dangereuses.
- L'appareil supporte des interférences, y compris celles qui pourraient être la cause d'un mauvais fonctionnement.

Si cet équipement produisait une interférence avec la réception de la radio ou de la télévision, ce qui se démontre facilement en éteignant puis en rallumant l'appareil, l'utilisateur peut tenter d'y remédier de la manière suivante :

- 1 Déplacer le récepteur ou l'antenne de ce dernier.
- 2 Eloigner l'appareil du récepteur radio ou télévision.
- 3 Brancher l'appareil sur une prise de courant différente afin de séparer les circuits électriques de l'appareil de ceux du récepteur radio ou télévision.
- 4 Vérifier que tous les appareils périphériques sont aussi certifiés.
- 5 Vérifier que des câbles de raccordement appropriés sont utilisés entre l'appareil et les périphériques.
- 6 Consulter le distributeur, Agilent Technologies, ou un technicien qualifié pour obtenir de l'aide.
- 7 Des modifications non expressément approuvées par Agilent Technologies pourraient rendre l'utilisation de l'appareil non conforme à la législation.

Déclaration sur les émissions sonores

Pression acoustique

Pression acoustique $L_p < 70$ dB selon EN 27779:1991.

Schalldruckpegel

Schalldruckpegel $LP < 70$ dB am nach EN 27779/1991.

Cadre de l'utilisation

Les produits Agilent doivent être utilisés conformément à la description fournie dans les guides d'utilisation des produits Agilent. Toute autre utilisation du produit peut endommager le produit ou provoquer des dommages corporels. Agilent n'est pas responsable de tout ou partie des dommages résultant de toute utilisation inappropriée des produits, altération, ajustement ou modification non autorisés effectués sur les produits, non-respect des procédures indiquées dans les guides d'utilisation des produits Agilent ou de l'utilisation des produits constituant une violation de toute loi, règle ou réglementation applicable.

Nettoyage et recyclage du produit

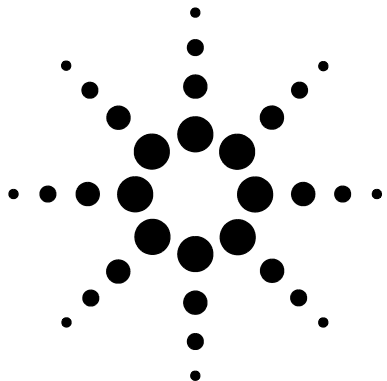
Pour nettoyer l'instrument, débrancher la source d'alimentation, et le nettoyer au moyen d'un tissu humide, non pelucheux. Pour le recycler, contacter l'agence commerciale Agilent la plus proche.

Éclaboussures

Ne pas éclabousser le DDM.

Déplacement et entreposage du DDM

La meilleure façon de maintenir le DDM en bon état de marche est de le laisser sous vide à température de service avec un débit de gaz vecteur. Pour le déplacer ou l'entreposer, quelques précautions supplémentaires sont nécessaires. Le DDM ne doit jamais être couché ni retourné ; cela nécessite de prendre des précautions particulières de transport. Le DDM doit rester à la pression atmosphérique le strict minimum de temps.



2 Installation des colonnes CPG

Colonnes	32
Conditionnement des colonnes	32
Conditionnement des ferrules	33
Conseils et astuces	33
Adaptation d'une colonne sur son support dans un CPG 6850	34
Préparation d'une colonne capillaire pour son installation	39
Installation d'une colonne capillaire dans un injecteur avec/sans division	41
Conditionnement d'une colonne capillaire	43
Installation d'une colonne capillaire dans l'interface CPG/DDM	44

Pour pouvoir exploiter le système CPG/DDM, il faut d'abord choisir, installer et conditionner une colonne de CPG. Le présent chapitre décrit comment installer et conditionner une colonne. Pour choisir une colonne convenable et son débit, il faut connaître la version du système de vide du DDM. L'étiquette portant le numéro de série et le numéro de modèle est située sur la partie inférieure avant du panneau latéral gauche.



Colonnes

On peut utiliser de nombreux types de colonnes sur le DDM, avec toutefois quelques restrictions.

Pendant le réglage ou l'acquisition des données, le débit de la colonne ne doit pas dépasser la valeur maximale recommandée. C'est pourquoi la longueur et le débit de la colonne sont soumis à certaines limites. Le dépassement du débit recommandé entraîne la dégradation des données spectrales et de la sensibilité de l'instrument.

Garder toujours présent à l'esprit que le débit de la colonne dépend fortement de la température du four. Cf. « Mesure de la vitesse linéaire du gaz vecteur dans la colonne », page 77. pour savoir comment mesurer le débit instantané de la colonne. Utiliser le logiciel de calcul de débit et le Tableau 5 pour déterminer si une colonne donnée aura un débit acceptable avec une pression d'injecteur réaliste.

Tableau 5 Débits gazeux

Caractéristique/Fonction	G3170A	G3171A	G3172A	G3174A
Pompe secondaire	À diffusion	Turbo standard	Turbo "performance"	Turbo "performance"
Débit gazeux optimal, ml/min*	1	1	1 à 2	1 à 2
Débit gazeux max. recommandé, ml/min	1,5	2	4	4
Débit gazeux max., ml/min†	2	2,4	6,5	6,5
DI max. de colonne	0,25 mm (30 m)	0,32 mm (30 m)	0,53 mm (30 m)	0,53 mm (30 m)

* Débit gazeux total traversant le DDM = débit de colonne + éventuel débit de gaz réactif

† Dégradation certaine de la qualité des spectres et de la sensibilité.

Conditionnement des colonnes



Il est très important de conditionner une colonne avant de la connecter à l'interface CPG/DDM.

Le gaz vecteur entraîne fréquemment une faible quantité de phase stationnaire de la colonne. C'est ce qu'on appelle le ressuage de la colonne. Le ressuage de colonne dépose des traces de phase stationnaire dans la source du

DDM. Cela diminue la sensibilité du DDM et rend le nettoyage de la source nécessaire.

Le ressuage des colonnes neuves ou faiblement réticulées est très commun. Il s'aggrave lorsque le gaz vecteur renferme des traces d'oxygène ou que l'on chauffe la colonne. Pour réduire la perte de phase stationnaire, toutes les colonnes capillaires doivent être conditionnées *avant* d'être installées dans l'interface CPG/DDM.

Conditionnement des ferrules

Chauffer à plusieurs reprises les ferrules à leur température maximale d'utilisation avant de les installer peut réduire leur ressuage (désorbition de composés chimiques).

Conseils et astuces

- La procédure d'installation des colonnes dans le DDM série 5975 est différente de celle des DDM précédents. L'utilisation de la procédure d'un autre instrument peut *ne pas* fonctionner et endommager la colonne ou le DDM.
- On peut retirer les anciennes ferrules des colonnes avec un chasse goupille ordinaire.
- Toujours utiliser un gaz vecteur d'une pureté minimale de 99,9995 %.
- En raison de la dilatation thermique, les ferrules peuvent se desserrer après quelques cycles de chauffage- refroidissement. Contrôler le serrage après deux ou trois cycles.
- Toujours porter des gants de nylon pour manipuler les colonnes, en particulier au niveau de l'extrémité qui doit être insérée dans l'interface CPG/DDM.

AVERT.

Si le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène, ne l'ouvrir que lorsque la colonne est installée dans le DDM et que ce dernier est sous vide. Si les pompes à vide sont arrêtées, l'hydrogène s'accumule dans le DDM et fait naître un risque d'explosion. Cf. "Hydrogène et sécurité", page 21.

AVERT.

Toujours porter des lunettes de sécurité pour manipuler les colonnes capillaires. Agir avec précaution pour éviter de se perforer la peau avec l'extrémité d'une colonne.

Adaptation d'une colonne sur son support dans un CPG 6850

Avant d'installer un 6850, commencer par le configurer pour obtenir la meilleure position des extrémités de colonne pour l'installation dans l'interface CPG/DDM.

- 1 Déposer la colonne (19091S- 433E, se trouve dans le kit expédié avec le CPG) à plat sur une surface propre, l'étiquette face à l'utilisateur en position 12 h. Noter que les extrémités d'entrée et de sortie de la colonne sont orientées de la même manière que pour l'utilisation d'un détecteur CPG et que la sortie de la colonne est à l'arrière (plus près des pales du ventilateur) du support de colonne. Cf. Figure 2.

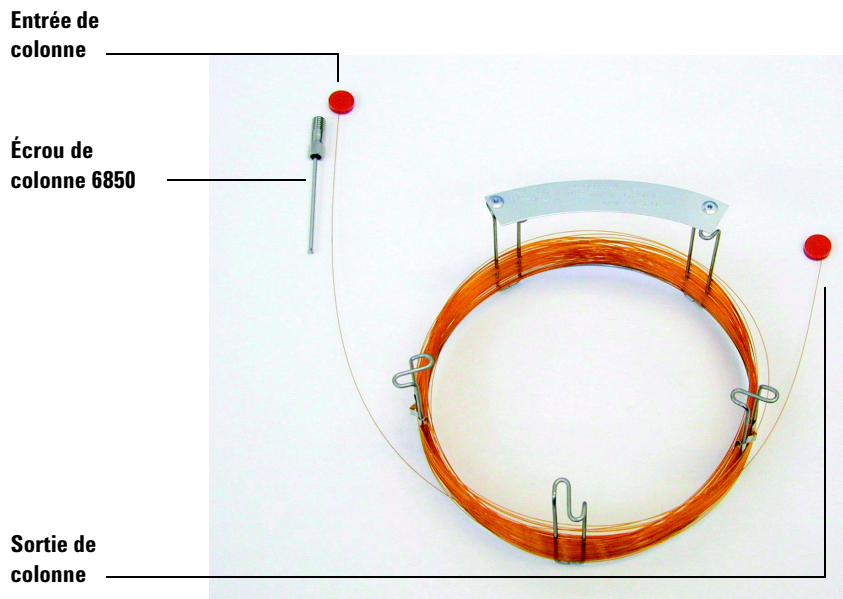


Figure 2 Colonne

- 2 Déposer le septum qui obture la SORTIE de la colonne et dégager la colonne sur 2 spires. Cf. Figure 3.

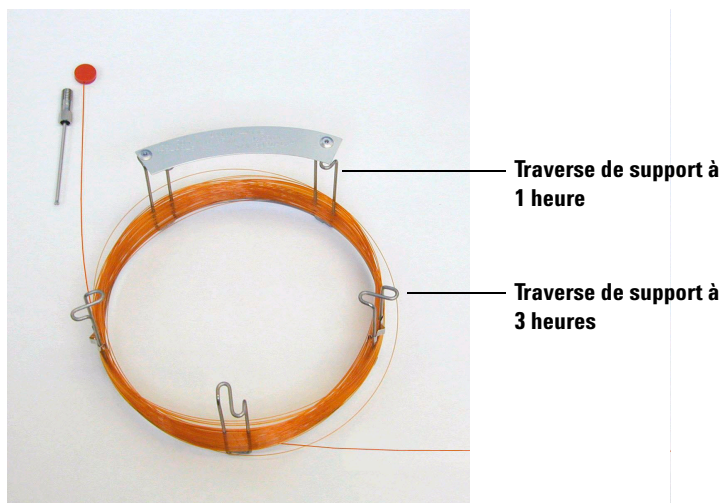


Figure 3 Colonne avec 2 spires dégagées

- 3** Fixer 3 attaches de colonne (référence G2630-20890) au support de colonne comme suit :
- Fixer la première à l'arrière de la traverse de support de colonne située à 1 heure.
 - Fixer les 2 suivantes à l'avant de la traverse de support de colonne située à 3 heures.

Ces attaches facilitent l'orientation correcte des extrémités de la colonne et leur insertion dans l'injecteur et dans l'interface du DDM.

Cf. Figure 4.

2 Installation des colonnes CPG

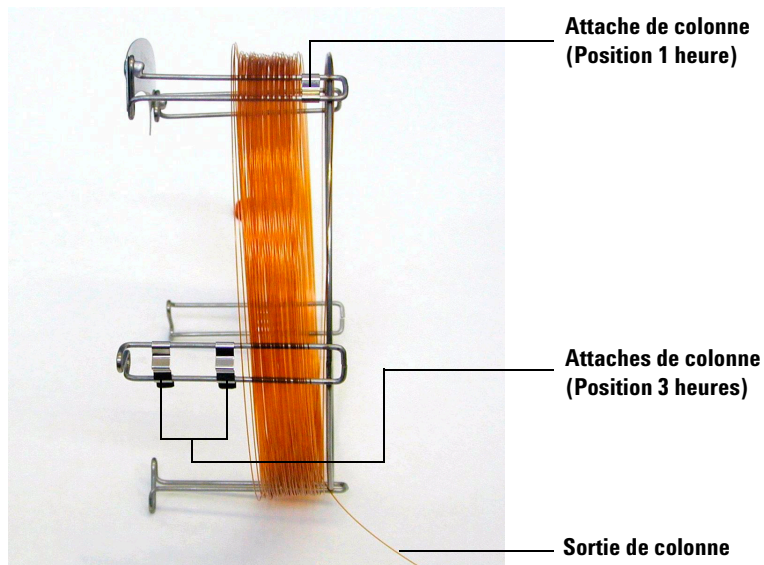


Figure 4 Colonne équipée des attaches

- 4 Enfiler l'extrémité de sortie de la colonne dans l'attache à 1 heure de sorte que la colonne ait son extrémité dirigée vers l'avant de son support.
Cf. Figure 5.

ATTENTION

Faire très attention de ne pas rayer le revêtement de la colonne.

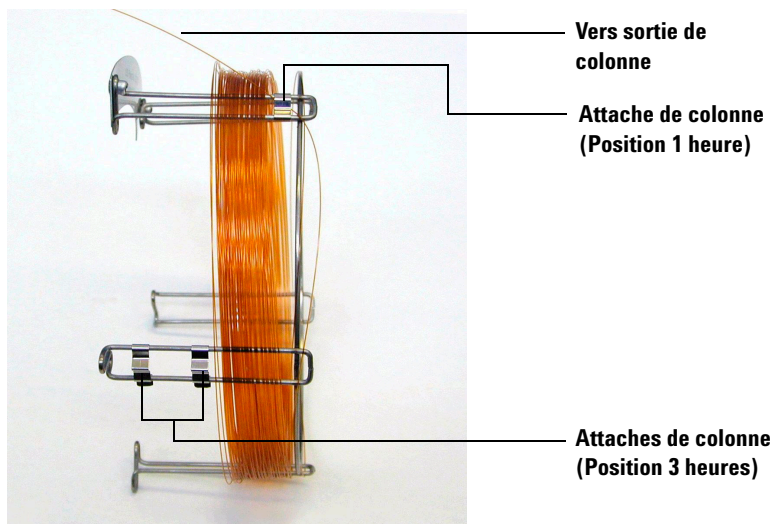


Figure 5 Colonne passée dans l'attache à 1 heure

- 5 Enfiler ensuite l'extrémité de sortie de la colonne dans les attaches à 3 heures de sorte que la colonne ait son extrémité dirigée vers l'arrière de son support. S'assurer que la partie de colonne située entre les deux attaches NE dépasse PAS de l'étiquette de la colonne. Cf. Figure 6.

ATTENTION

Faire très attention de ne pas rayer le revêtement de la colonne.

2 Installation des colonnes CPG

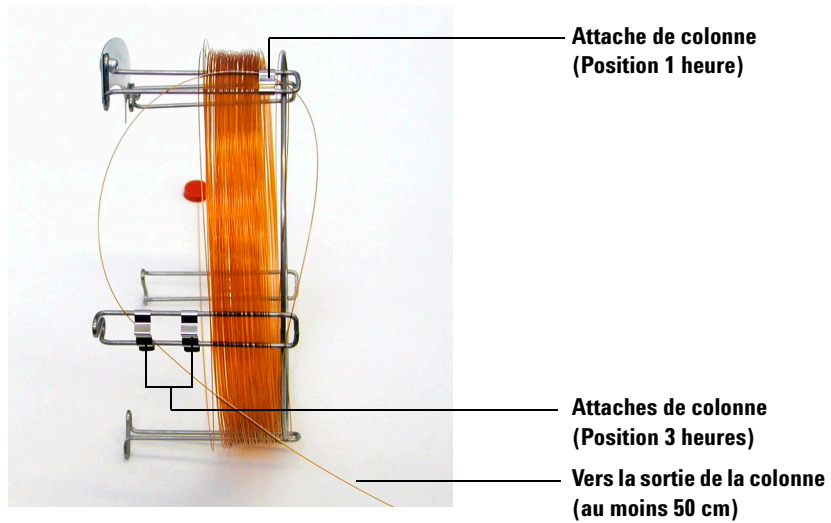


Figure 6 Colonne passée dans l'attache à 3 heures

Il doit y avoir environ 50 cm de colonne libre au-delà de l'attache à 3 heures.

- 6** Réenrouler avec précaution le reste de l'extrémité de sortie autour du support.

Préparation d'une colonne capillaire pour son installation

Fournitures nécessaires

- Colonne capillaire
- Coupe-colonne, céramique (5181- 8836) ou diamant (5183- 4620)
- Ferrules
 - 0,27 mm de DI, pour colonnes de 0,10 mm de DI (5062- 3518)
 - 0,37 mm de DI, pour colonnes de 0,20 mm de DI (5062- 3516)
 - 0,40 mm de DI, pour colonnes de 0,25 mm de DI (5181- 3323)
 - 0,5 mm de DI, pour colonnes de 0,32 mm de DI (5062- 3514)
 - 0,8 mm de DI, pour colonnes de 0,53 mm de DI (5062- 3512)
- Gants propres
 - Grande taille (8650- 0030)
 - Petite taille (8650- 0029)
- Écrou de colonne côté injecteur (5181- 8830 pour Agilent 7890A et 6890, ou 5183- 4732 pour 6850)
- Loupe
- Septum (p. ex. septum usagé d'injecteur)

Procédure

- 1 Enfiler l'extrémité libre de la colonne à travers un septum, un écrou de colonne et une ferrule conditionnée (Figure 7). Le côté conique de la ferrule doit être orienté vers l'extérieur de l'écrou de colonne.

2 Installation des colonnes CPG

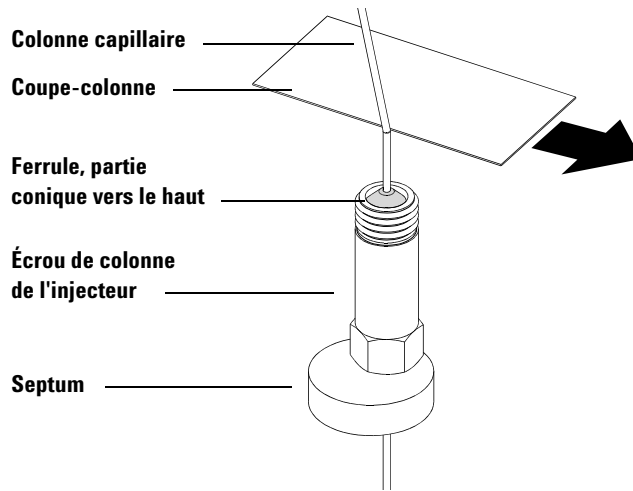


Figure 7 Préparation d'une colonne capillaire pour son installation

- 2 Utiliser le coupe- colonne pour rayer la colonne à 2 cm de la fin.
- 3 Casser l'extrémité de la colonne. Maintenir la colonne contre le coupe- colonne avec le pouce. Casser le colonne sur l'arête du coupe- colonne.
- 4 Vérifier la netteté de la cassure et l'absence de bavures. Si la cassure n'est pas franche ou si elle est inégale, recommencer les étapes 2 et 3.
- 5 Essuyer l'extérieur de l'extrémité libre de la colonne avec un chiffon non pelucheux imbibé de méthanol.

Installation d'une colonne capillaire dans un injecteur avec/sans division

Fournitures nécessaires

- Gants propres
 - Grande taille (8650- 0030)
 - Petite taille (8650- 0029)
- Règle métrique
- Clé plate, 1/4 de pouce et 5/16 de pouce (8710- 0510)

Pour l'installation de colonne dans d'autres types d'injecteurs, consulter le manuel d'utilisation du chromatographe correspondant.

Procédure



- 1 Préparer la colonne pour l'installation (page 39).
- 2 Positionner la colonne pour qu'elle dépasse de 4 à 6 mm de l'extrémité de la ferrule (Figure 8).

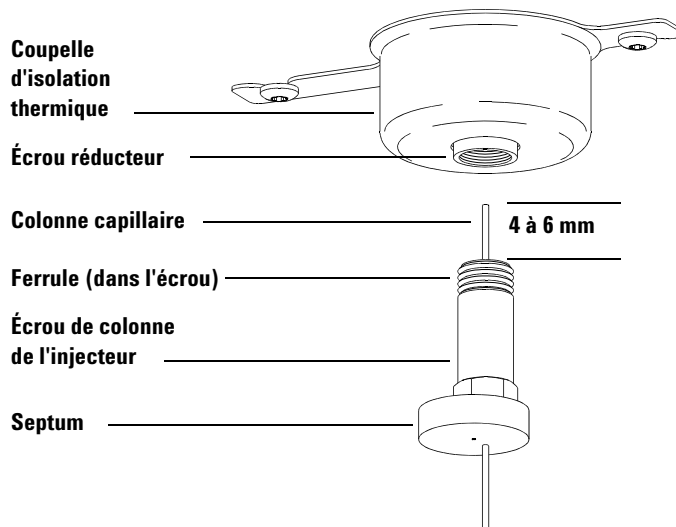


Figure 8 Installation d'une colonne capillaire dans un injecteur avec/sans division

2 Installation des colonnes CPG

- 3** Faire glisser le septum de sorte que l'écrou et la ferrule soient à la bonne position.
- 4** Insérer la colonne dans l'injecteur.
- 5** Remonter l'écrou le long de la colonne vers la base de l'injecteur et le serrer à la main.
- 6** Rectifier la position de la colonne de sorte que le septum vienne toucher le bas de l'écrou de colonne.
- 7** Avec une clé, donner 1/4 à 1/2 de tour supplémentaire à l'écrou. Une traction modérée sur la colonne ne doit pas la faire glisser.
- 8** Ouvrir le gaz vecteur.
- 9** Contrôler la présence d'un débit en plongeant l'extrémité libre de la colonne dans de l'isopropanol. Des bulles doivent apparaître.

Conditionnement d'une colonne capillaire

Fournitures nécessaires

- Gaz vecteur (pureté minimale de 99,9995 %)
- Clé plate, 1/4 de pouce et 5/16 de pouce (8710- 0510)

AVERT.

Ne pas conditionner la colonne capillaire sous hydrogène. L'accumulation d'hydrogène dans le four du CPG entraîne un risque d'explosion. Si l'hydrogène doit être utilisé comme gaz vecteur, commencer par conditionner la colonne sous gaz inerte ultrapur (99,999 % ou mieux) comme l'hélium, l'azote, ou l'argon.

Procédure



- 1 Insérer la colonne dans l'injecteur CPG (page 41).
- 2 Laisser le gaz vecteur circuler dans la colonne pendant 5 minutes sans chauffer le four du CPG.
- 3 Faire monter la température du four à 5 °C/minute jusqu'à 10 °C au-dessus de la température d'analyse la plus élevée prévue.
- 4 Une fois que la température du four est au-dessus de 80 °C, injecter 5 µl de méthanol dans le CPG. Répéter cette manœuvre à deux reprises et à 5 minutes d'intervalle. Cela aide à débarrasser la colonne de toute contamination avant de l'installer dans l'interface CPG/DDM.

ATTENTION

Ne jamais dépasser la température maximale autorisée pour la colonne dans l'interface CPG/DDM, le four du CPG et l'injecteur.

- 5 Maintenir cette température. Laisser le gaz vecteur circuler dans la colonne pendant plusieurs heures.
- 6 Baisser la température du four du CPG à une valeur d'attente.

Voir aussi

Pour plus d'informations sur l'installation d'une colonne capillaire, consulter la note d'application intitulée "*Optimizing Splitless Injections on Your GC for High Performance MS Analysis*" (*Optimisation des injections sans division sur CPG pour des analyses SM à haute performance*), publication numéro 5988- 9944EN.

Installation d'une colonne capillaire dans l'interface CPG/DDM

CPG Agilent 7890A et 6890

Fournitures nécessaires

- Coupe- colonne, céramique (5181- 8836) ou diamant (5183- 4620)
- Ferrules
 - 0,3 mm de DI, pour colonnes de 0,10 mm de DI (5062- 3507)
 - 0,4 mm de DI, pour colonnes de 0,20 et 0,25 mm de DI (5062- 3508)
 - 0,5 mm de DI, pour colonnes de 0,32 mm de DI (5062- 3506)
 - 0,8 mm de DI, pour colonnes de 0,53 mm de DI (5062- 3512)
- Torche électrique
- Loupe
- Gants propres
 - Grande taille (8650- 0030)
 - Petite taille (8650- 0029)
- Écrou de colonne d'interface (05988- 20066)
- Lunettes de sécurité
- Clé plate, 1/4 de pouce et 5/16 de pouce (8710- 0510)

ATTENTION

Remarquer que la procédure d'installation des colonnes dans le DDM série 5975 diffère de celle des DDM précédents. L'utilisation de la procédure d'un autre instrument peut donner une faible sensibilité et endommager le DDM.

Procédure

- 1 Conditionner la colonne (page 43).
- 2 Mettre le DDM à l'air (page 86) et ouvrir l'enceinte de l'analyseur (page 88). Vérifier que l'extrémité de l'interface CPG/DDM est visible.
- 3 Si l'interface CI est installée, retirer le cône d'étanchéité à ressort de l'extrémité de l'interface côté DDM.



- 4 Enfiler l'extrémité libre de la colonne à travers un écrou d'interface et une ferrule conditionnée. Le côté conique de la ferrule doit être orienté vers l'intérieur de l'écrou.

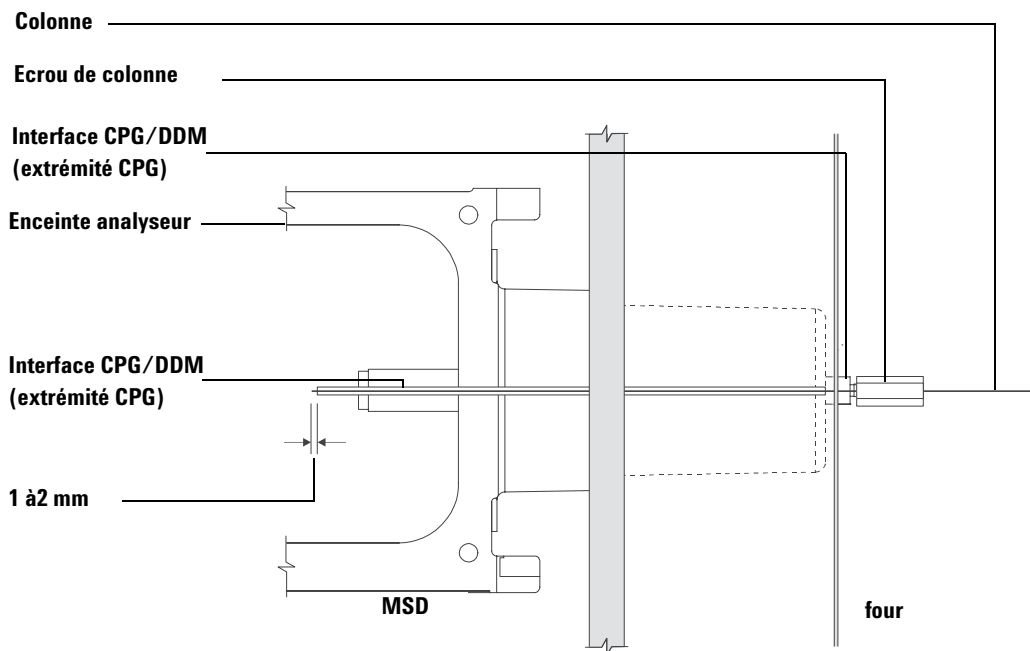


Figure 9 Installation d'une colonne capillaire dans l'interface CPG/DDM

- 5 Enfiler la colonne dans l'interface CPG/DDM (Figure 9) jusqu'à ce qu'on puisse la tirer du côté enceinte de l'analyseur.
- 6 Casser la colonne à 1 cm de son extrémité (page 34). Ne pas faire tomber de fragments de colonne dans l'enceinte de l'analyseur. Ils pourraient endommager la pompe secondaire.
- 7 Nettoyer l'extérieur de l'extrémité libre de la colonne avec un chiffon non pelucheux imbibé de méthanol.
- 8 Positionner la colonne pour qu'elle dépasse de 1 à 2 mm de l'extrémité de la ferrule.

2 Installation des colonnes CPG

Utiliser le cas échéant la torche et la loupe pour observer l'extrémité de la colonne à l'intérieur de l'enceinte de l'analyseur. *Ne pas* tenter de détecter au toucher l'extrémité de la colonne.

9 Serrer l'écrou de colonne à la main. S'assurer que le serrage de l'écrou ne modifie pas la position de la colonne. Remettre le cône d'étanchéité à ressort à l'extrémité de l'interface s'il a été retiré précédemment.

10 Vérifier que la colonne CPG ne touche pas les parois du four.



11 Resserrer l'écrou d'1/4 à 1/2 tour supplémentaire. Contrôler le serrage après un ou deux cycles de chauffage.

CPG 6850

1 Dérouler avec précaution l'extrémité de sortie de la colonne CPG jusqu'à l'attache à 3 heures.

2 Enfiler un écrou de colonne d'interface (référence 05988- 20066) et une ferrule (référence 5062- 3508) sur l'extrémité libre de la colonne CPG.

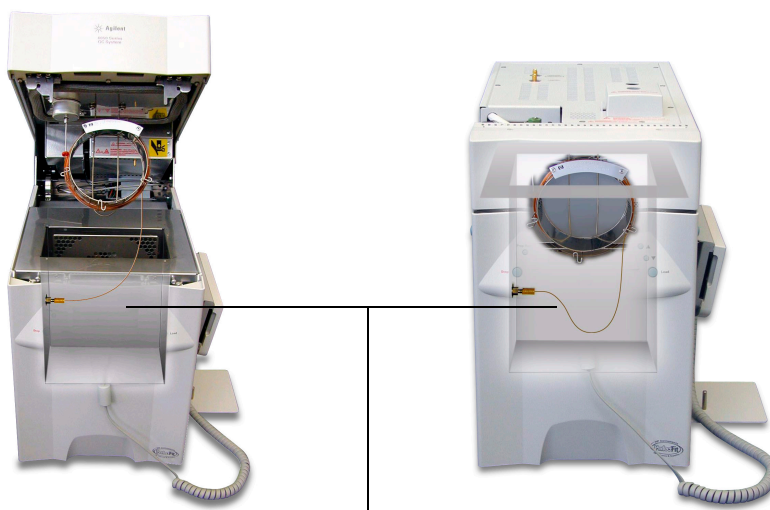
Le côté conique de la ferrule doit être orienté vers l'intérieur de l'écrou.

3 Enfiler la colonne dans l'interface CPG/DDM jusqu'à ce qu'elle ressorte dans l'enceinte de l'analyseur d'au moins 5 cm.

4 Régler la longueur de la colonne entre l'attache à 3 heures et l'arrière de l'écrou de colonne de l'interface à 22 à 28 cm. Cf. Figure 10.

5 Serrer l'écrou de colonne de l'interface à la main.

6 Fermer la porte du four avec précaution en s'assurant que la colonne ne subit pas de courbure exagérée ni ne touche les parois ou le fond du four. Faire la manœuvre plusieurs fois.



22–28 cm entre l'attache à 3 heures et l'écrou d'interface CPG/DDM

Figure 10 Four avec porte ouverte et porte fermée.

- 7 Desserrer l'écrou d'interface et pousser la colonne de 3 à 5 cm supplémentaires dans l'enceinte de l'analyseur.
- 8 Effectuer une coupe bien nette de la colonne de façon à ce qu'il ne reste que 3 à 5 cm qui dépasse dans l'enceinte de l'analyseur.
- 9 Nettoyer l'extérieur de l'extrémité libre de la colonne avec un chiffon non pelucheux imbibé de méthanol.
- 10 Réajuster la position de la colonne de sorte qu'elle ne dépasse de l'extrémité de l'interface CPG/SM que d'1 à 2 mm dans l'enceinte de l'analyseur et serrer l'écrou. Cf. Figure 11.

S'assurer que le resserrage de l'écrou ne modifie pas la position de la colonne.

2 Installation des colonnes CPG

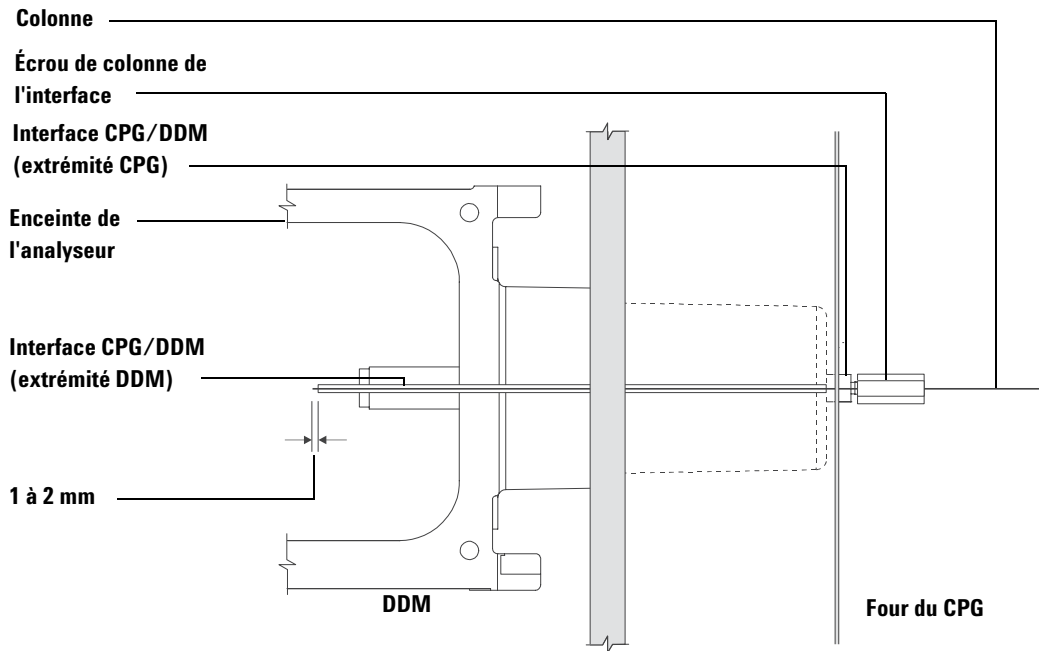


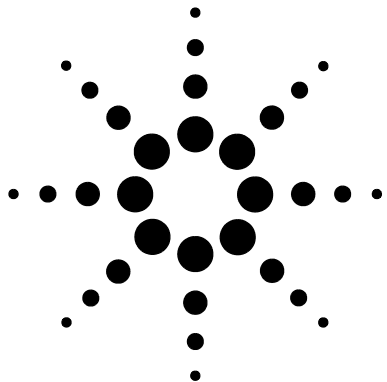
Figure 11 Raccordement colonne CPG-DDM

- 11** Répéter l'étape 6 pour s'assurer que la colonne ne risque pas d'être endommagée.
- 12** Avec une clé plate d'1/4 de pouce, redonner 1/4 à 1/2 tour de serrage à l'écrou d'interface.
Contrôler le serrage après un ou deux cycles de chauffage.
- 13** Mettre le CPG sous tension.
- 14** Vérifier que la consigne de température de l'injecteur est de 25 °C.
- 15** Refermer la plaque latérale de l'analyseur puis reconnecter les câbles d'alimentation de la source et de commande de la carte latérale.
- 16** Mettre le DDM en marche (interrupteur secteur) pour lancer l'évacuation de l'enceinte.

Appuyer sur la plaque latérale du DDM pour favoriser l'étanchéité initiale du joint. Vérifier que la pompe primaire et le ventilateur avant se mettent en marche et que la pompe primaire cesse d'émettre des gargouillis dans la minute qui suit.

17 Remettre le panneau supérieur de l'analyseur DDM en place.

2 Installation des colonnes CPG



3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Exploitation du DDM depuis le système d'acquisition de données	53
Exploitation du DDM depuis le tableau de commande local (LCP)	53
Messages d'état du LCP	55
Menus LCP	58
Interface CPG/DDM EI	61
Avant de mettre le DDM en marche	63
Mise sous vide	64
Commande des températures	64
Commande du débit de la colonne	65
Mise à l'air du DDM	66
Affichage de la température de l'analyseur et de l'état du vide du DDM	67
Configuration des fenêtres de surveillance des températures et de l'état du vide du DDM	69
Configuration des températures de l'analyseur du DDM	71
Configuration de la température de l'interface CPG/DDM depuis la ChemStation	73
Surveillance de la pression du vide secondaire	75
Mesure de la vitesse linéaire du gaz vecteur dans la colonne	77
Calcul du débit de la colonne	78
Réglage du DDM	79
Vérification des performances du système	80
Test aux masses élevées (DDM série 5975)	81
Dépose des capots du DDM	84
Mise à la pression atmosphérique du DDM	86
Ouverture de l'enceinte de l'analyseur	88
Fermeture de l'enceinte de l'analyseur	91



3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Mise sous vide du DDM 95

Transport et entreposage du DDM 97

Réglage de la température de l'interface CPG/DDM depuis le CPG 99

Description de quelques-unes des procédures d'exploitation de base du DDM.

ATTENTION

Le logiciel et les microprogrammes sont régulièrement révisés. Si les étapes des procédures décrites ici ne sont pas en accord avec le logiciel "ChemStation MSD", consulter les manuels et l'aide en ligne fournis avec le logiciel pour obtenir des informations à jour et détaillées.

Exploitation du DDM depuis le système d'acquisition de données

Le logiciel exécute des tâches comme l'évacuation du système, la surveillance des pressions, la commande des températures, les réglages et la préparation à la mise à la pression atmosphérique. Ces tâches sont décrites dans le présent chapitre. L'acquisition et le traitement des données sont décrites dans les manuels et l'aide en ligne fournis avec le logiciel de la "ChemStation MSD".

Exploitation du DDM depuis le tableau de commande local (LCP)

Le tableau de commande local (LCP) affiche l'état du DDM ou démarre une tâche sur le DDM sans passer par la ChemStation Agilent de commande du système CPG/DDM.

La ChemStation CPG/DDM peut être située n'importe où sur le réseau local (LAN) du site et par conséquent, elle peut fort bien être éloignée de l'instrument. Étant donné que le LCP communique avec la ChemStation CPG/DDM par le LAN, l'utilisateur peut accéder aux fonctions du logiciel ChemStation comme le réglage ou le démarrage d'une analyse depuis le DDM.

NOTE

Seules certaines fonctions ne sont pas disponibles sur le LCP. La ChemStation CPG/DDM est cependant le véritable centre de contrôle de la plupart des fonctions de l'instrument.

Modes de fonctionnement

Le LCP possède deux modes de fonctionnement : Status et Menu.

Le mode statique *Status* ne nécessite aucune action particulière et affiche simplement l'état de l'instrument DDM ou ses diverses connexions de communication. En sélectionnant [Menu], puis [No/Cancel], on retourne au mode d'état Status.

Le mode *Menu* permet d'émettre des requêtes sur diverses fonctions du CPG/DDM et de lancer certaines actions comme l'exécution d'une méthode ou d'une séquence ou de préparer le système à la mise à l'air.

Pour accéder à une option de menu donnée :



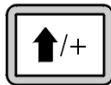
Appuyer sur [Menu] jusqu'à l'apparition du menu souhaité.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)



Appuyer sur [Item] jusqu'à l'apparition de la rubrique de menu souhaitée.

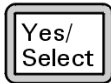
Utiliser ensuite une ou plusieurs des touches suivantes en réponse aux diverses invites de l'appareil ou choisir une option :



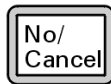
Utiliser la flèche vers le haut pour augmenter la valeur affichée ou défiler vers le haut (comme dans une liste de messages).



Utiliser la flèche vers le bas pour diminuer la valeur affichée ou défiler vers le bas (comme dans une liste de messages).



Utiliser [Yes/Select] pour accepter la valeur en cours.



Utiliser [No/Cancel] pour retourner au mode d'état Status.

Une fois la sélection effectuée, ou si tous les menus disponibles ont été parcourus, l'affichage revient automatiquement au mode d'état Status.

En appuyant sur [**Menu**], puis sur [**No/Cancel**], on retourne toujours au mode d'état.

En appuyant sur [**No/Cancel**] deux fois, on retourne toujours au mode d'état.

Messages d'état du LCP

Les messages suivants peuvent s'afficher sur l'écran du LCP pour informer l'utilisateur de l'état du système DDM. Si le LCP est à cet instant en mode Menu, parcourir les menus disponibles pour retourner au mode d'état Status.

NOTE

Aucun message ne s'affiche si aucune session d'instrument en ligne n'est ouverte sur la ChemStation CPG/DDM.

ChemStation Loading <horodatage>

Chargement Chemstation - Le logiciel de productivité Agilent de la ChemStation pour DDM est en cours de démarrage.

Executing <type>tune

Exécution type réglage - Une procédure de réglage est en cours (type = QuickTune ou Autotune).

Instrument Available <horodatage>

Instrument disponible - Le logiciel de productivité Agilent de la ChemStation pour DDM ne s'exécute pas.

Loading Method <nom de méthode>

Chargement méthode - Les paramètres de la méthode sont en cours de téléchargement sur le DDM.

Loading MSD Firmware

Chargement microprogramme DDM - Le microprogramme du DDM est en cours d'initialisation.

Si le DDM *N/A PAS* terminé correctement sa séquence de démarrage, les messages ci- après apparaissent en remplacement sur le LCP :

Server not Found (Serveur introuvable)
Check LAN Connection (Vérifier les connexions LAN)
Seeking Server (Recherche de serveur en cours)
Bootp Query xxx (Requête Bootp xxx)

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Ces messages indiquent que le DDM n'a pas reçu son adresse IP unique du service Agilent Bootp. Si ces messages persistent après que l'utilisateur a ouvert une session sous son nom de compte ChemStation CPG/DDM, consulter la rubrique de diagnostic des pannes "" du manuel d'installation du logiciel.

Loading OS

Chargement OS - Le système d'exploitation est en cours de chargement sur le contrôleur de l'instrument.

<méthode> Complete <horodatage>

Méthode exécutée - Les analyses et le traitement des données recueillies sont terminés. Ce même message apparaît même si l'analyse s'est terminée prématurément.

Method Loaded <nom de méthode>

Méthode chargée - Les paramètres de la méthode sont téléchargés dans le DDM.

MS locked by <nom de l'ordinateur>

SM verrouillé par - Les paramètres SM peuvent seulement être modifiés depuis la ChemStation CPG/DDM.

Press Sideplate

Appuyer sur la plaque latérale - Rappel pendant le démarrage : il faut appuyer sur la plaque latérale du DDM pour assurer l'étanchéité initiale pour l'évacuation du système.

Run: <méthode> Acquiring <fichier de données>

Une analyse est en cours ; les données sont en cours d'acquisition selon la méthode stipulée et sont enregistrées dans le fichier indiqué.

Affichage de l'état du système pendant le démarrage

- 1 Les messages ci- après s'affichent sur l'écran du LCP pendant le démarrage :
 - **Press sideplate (Appuyer sur la plaque latérale)**
 - **Loading OS (Chargement OS en cours)**
 - **Press sideplate (Appuyer sur la plaque latérale)**
 - **Loading MSD Firmware (Chargement microprogramme DDM)**
- 2 Continuer à appuyer sur la plaque latérale du DDM jusqu'à l'affichage du message de disponibilité du DDM **MSD Ready**. L'instrument évacue ainsi plus rapidement l'enceinte de l'analyseur.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Menus LCP

Pour accéder à une option donnée d'un menu, appuyer sur [Menu] jusqu'à faire apparaître le menu souhaité, puis appuyer sur [Item] jusqu'à faire apparaître la rubrique de menu souhaitée. Les Tableau 6 à Tableau 11 répertorient les menus et rubriques disponibles.

NOTE

De nombreuses rubriques de menu, en particulier sur la ChemStation, les paramètres du spectromètre de masse MS Parameters, et les menus de maintenance, n'ont aucun effet pendant que le système est en train d'acquérir des données.

Tableau 6 Menu ChemStation

Action	Description
Run Method	Exécuter la méthode - Affiche le nom de la méthode en cours et démarre l'analyse.
Run Sequence	Exécuter la séquence - Affiche la séquence en cours et démarre l'exécution.
Run Current Tune	Exécuter le réglage en cours - Affiche le nom du fichier de réglage en cours et démarre un autoréglage (seulement en mode EI - Le réglage CI doit être démarré de la ChemStation CPG/DDM).
# of Messages	Nombre de messages - Affiche combien de messages sont en attente et le texte du plus récent. Les flèches au clavier permettent de parcourir les différents messages (20 max.).
Release ChemStation	Libérer la ChemStation - Met fin à l'association entre la ChemStation CPG/DDM et le DDM.
Connection Status	État de la connexion - Indique l'état de la connexion du DDM sur le réseau local. "Remote" (Commande à distance) signifie qu'une session en ligne du DDM est ouverte sur la ChemStation CPG/DDM. "Local" signifie qu'aucune session en ligne du DDM n'est ouverte sur la ChemStation CPG/DDM.
Name of Instrument	Nom de l'instrument - Affiche la dénomination de l'instrument s'il est connecté à une ChemStation CPG/DDM via une session en ligne. Le nom de l'instrument est celui attribué au DDM dans le dialogue de configuration de la ChemStation CPG/DDM.

Tableau 7 Menu Maintenance

Action	Description
Prepare to vent	Préparer la mise à l'air - Rappelle à l'utilisateur d'arrêter le CPG puis de préparer l'instrument pour le mettre à la pression atmosphérique lorsqu'on appuie sur [Yes/Select].
Pumpdown	Mise sous vide - Initialise la séquence d'évacuation du DDM.

Tableau 8 Menu des paramètres SM "MS Parameters"

Action	Description
High Vacuum Pressure	Pression secondaire - Seulement si la microjauge à vide à ionisation est installée.
Turbo Pump Speed	Vitesse de la pompe turbo - Affiche le régime de rotation de la pompe en % du régime nominal.
Foreline Pressure	Pression primaire - Affiche la pression du circuit de vide primaire.
MSD Fault Status	État des défauts DDM - Affiche en format décimal "dec" et hexadécimal "hex" un nombre récapitulatif des codes de défaut qui rassemble toutes les combinaisons de défaillances possibles.
Ion Source Temp, °C	Temp. de la source en °C - Permet d'afficher la température de la source et de saisir la consigne.
Mass Filter Temp, °C	Temp. du filtre de masses en °C - Permet d'afficher la température du filtre de masse et de saisir la consigne.
CI Reagent	Gaz réactif CI - S'il est installé, affiche le nom du gaz réactif et son débit.

NOTE

Il n'est pas possible de modifier les paramètres SM depuis le LCP si le DDM a ouvert une session ChemStation CPG/DDM en ligne.

Tableau 9 Menu réseau "Network"

Action	Description
MSD IP via BootP	Affiche l'adresse IP du DDM.
Gateway IP Address	Affiche l'adresse IP de la passerelle DDM.
Subnet Mask	Affiche le masque de sous-réseau du DDM.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Tableau 9 Menu réseau "Network" (suite)

Action	Description
ChemStation IP	Affiche l'adresse IP de la ChemStation CPG/DDM.
GC IP Address	Affiche l'adresse IP du CPG.
Ping gateway	Contrôle la communication avec la passerelle.
Ping ChemStation	Contrôle la communication avec la ChemStation CPG/DDM.
Ping GC	Contrôle la communication avec le CPG.
MS Controller MAC	Affiche l'adresse MAC de la "SmartCard" du DDM.

Tableau 10 Menu "Version"

Action	Description
Control firmware	Contrôler le microprogramme - Affiche la version du microprogramme du DDM.
Operating system	Système d'exploitation - Affiche la version du système d'exploitation de la ChemStation CPG/DDM.
Front panel	Panneau avant - Affiche la version du LCP.
Log amplifier	Amplificateur logarithmique - Affiche la version de l'amplificateur.
Sideboard	Carte latérale - Affiche le type de la carte latérale.
Mainboard	Carte mère - Affiche le type de la carte mère.
Serial number	Numéro de série - Numéro attribué au DDM dans le dialogue de configuration de la ChemStation CPG/DDM.

Tableau 11 Menu de la carte réseau "Controller"

Action	Description
Reboot controller	Réinitialiser le contrôleur - Redémarre la carte réseau LAN/MS.
Test LCP?	Tester le LCP ? - Permet de lancer un test de diagnostic de l'affichage à deux lignes.
Test HTTP link to GC/MSD ChemStation?	Tester la liaison HTTP vers la ChemStation CPG/DDM ? - Permet de lancer un test de l'état du serveur HTTP.

Interface CPG/DDM EI

L'interface CPG/DDM (Figure 12) est un guide chauffé, emprunté par la colonne capillaire et qui rejoint la source du DDM. Elle est boulonnée sur le côté droit de l'enceinte de l'analyseur, un joint torique assure l'étanchéité. Elle est recouverte par une protection qui doit rester en place.

Une extrémité de l'interface CPG/SM passe à travers la paroi latérale du CPG et pénètre jusque dans le four. Cette extrémité est filetée afin de pouvoir y raccorder la colonne capillaire au moyen d'un écrou et d'une ferrule. L'autre extrémité de l'interface s'adapte sur la source d'ions. Les deux derniers 1 à 2 millimètres de colonne capillaire dépassent de l'extrémité du tube de guidage et émergent à l'intérieur de la source.

Une cartouche électrique chauffe l'interface CPG/DDM. Normalement, le chauffage de l'interface CPG/DDM est alimenté et régulé par la zone chauffée Aux #2 du CPG. Pour les CPG de la série 6850, le chauffage est raccordé à la zone thermique auxiliaire. La température de l'interface est réglable depuis la Chemstation DDM ou depuis le chromatographe. Une sonde (thermocouple) permet de suivre la température de l'interface.

La plage de température recommandée de l'interface CPG/SM est de 250 ° à 350 °C. Restriction : la température devrait toujours être légèrement plus élevée que la température maximale du four, mais ne doit *jamais* être plus élevée que la température maximale de la colonne.

L'interface CPG/DDM EI est utilisable uniquement avec la source EI. En revanche, l'interface CPG/DDM CI est utilisable sur les deux sources.

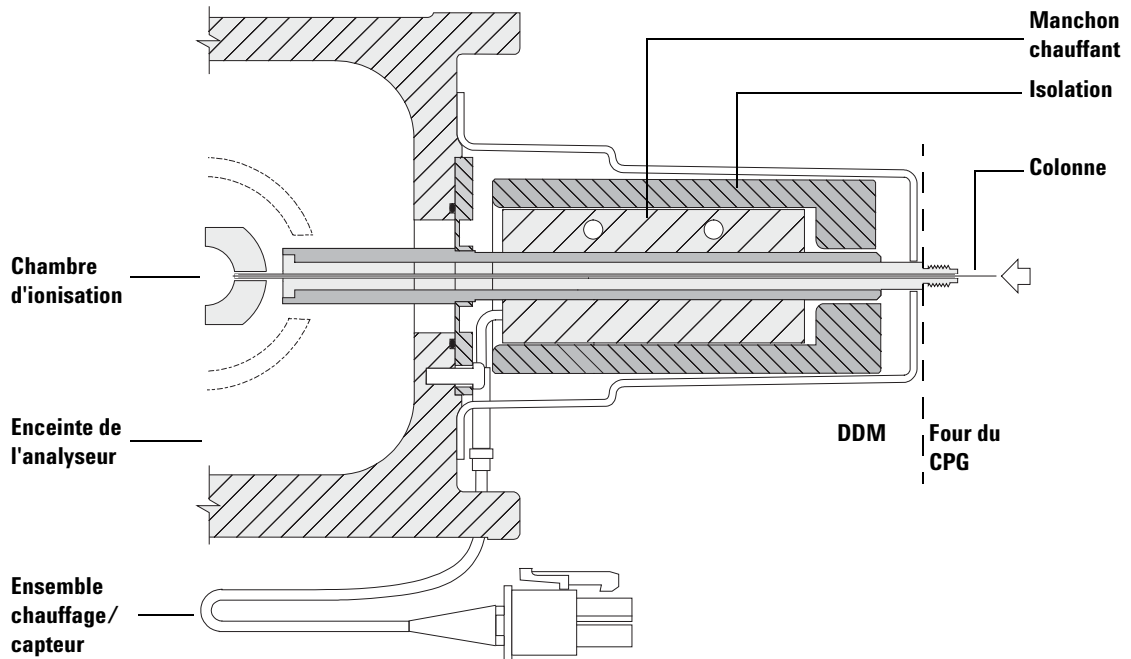
Voir aussi

Cf. "Installation d'une colonne capillaire dans l'interface CPG/DDM", page 44.

AVERT.

L'interface CPG/DDM fonctionne à haute température. Tout contact avec l'interface chaude entraîne une brûlure.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)



L'extrémité de la colonne dépasse de 1 à 2 mm dans la chambre d'ionisation.

Figure 12 Interface CPG/DDM EI

Avant de mettre le DDM en marche

Vérifier les points ci-dessous *avant* de mettre en marche le DDM et d'essayer de l'utiliser.



- La vanne de mise à l'air doit être fermée (bouton tourné complètement dans le sens des aiguilles d'une montre).
- Toutes les autres surfaces d'étanchéité et les raccords doivent être positionnés et serrés correctement. La vis avant du panneau latéral ne doit pas être serrée sauf si un gaz vecteur ou réactif dangereux est utilisé.
- Le DDM doit être raccordé sur une alimentation avec prise de terre câblée.
- L'interface CPG/DDM pénètre dans le four du CPG.
- Une colonne capillaire conditionnée est installée dans l'injecteur du CPG et dans l'interface CPG/DDM.
- Le CPG est en marche, mais les zones chauffées de l'interface CPG/DDM, de l'injecteur et du four CPG sont coupées.
- Un gaz vecteur d'une pureté minimale de 99,9995 % est raccordé au CPG avec les pièges recommandés.
- Si l'hydrogène est utilisé comme gaz vecteur, le débit de gaz doit être coupé et la vis moletée avant de la plaque latérale doit être serrée légèrement.
- Les rejets de la pompe primaire sont évacués correctement.

AVERT.

Les rejets de la pompe primaire contiennent des solvants et les produits chimiques qui sont analysés. Si la pompe primaire standard est utilisée, les rejets contiennent également des traces d'huile de pompe. Si des solvants toxiques sont utilisés ou si des composés toxiques sont analysés, il faut retirer le piège à huile (pompe standard) et installer un tuyau (11-mm de DI) pour évacuer les rejets de la pompe primaire à l'extérieur dans une hotte aspirante. Contrôler que l'installation est conforme à la réglementation locale. Le piège fourni avec la pompe primaire standard ne retient que l'huile de pompe primaire. Il ne piège ni ne filtre les produits chimiques toxiques.

AVERT.

Si le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène, ne l'ouvrir que lorsque la colonne est installée dans le DDM et que ce dernier est sous vide. Si les pompes à vide sont arrêtées, l'hydrogène s'accumule dans le DDM et fait naître un risque d'explosion. Cf. "Hydrogène et sécurité", page 21 avant de faire fonctionner le DDM avec de l'hydrogène comme gaz vecteur.

Mise sous vide

Le système d'acquisition de données et le tableau de commande local (LCP) facilitent la séquence d'évacuation du DDM. La séquence est en grande partie automatisée. Une fois la vanne de mise à l'air fermée, mettre l'interrupteur principal en position marche (tout en appuyant sur la plaque latérale avant), le DDM poursuit alors seul la séquence. Le logiciel du système de données surveille la séquence et affiche l'état du système pendant la phase d'évacuation. Une fois la pression suffisamment basse, le programme met les chauffages de la source et du filtre de masse en marche et invite l'utilisateur à mettre le chauffage de l'interface CPG/SM en marche. Le DDM s'arrête de lui-même s'il ne peut pas effectuer la séquence d'évacuation correctement.

À l'aide des menus ou de la surveillance SM, le système informatique peut afficher :

- le régime des pompes turbo moléculaires du DDM (pourcentage de la vitesse de rotation),
- la pression primaire de la pompe à diffusion du DDM,
- la pression de l'enceinte de l'analyseur (le vide) sur les DDM équipés du contrôleur de microjauge à ionisation G3397A (option).

Le LCP est également capable d'afficher ces données.

Commande des températures

Les températures des zones chauffées du DDM sont commandées par le système informatique. Le DDM est équipé de chauffage et de sondes de température indépendants pour la source et le filtre de masse à quadripôle. Il est possible de modifier les consignes et d'afficher les températures à partir du système de données depuis le tableau de commande local (LCP).

Normalement, le chauffage de l'interface CPG/DDM est alimenté et régulé par la zone chauffée Aux #2 du CPG. Pour les CPG de la série 6850, le chauffage est raccordé à la zone thermique auxiliaire. La température de l'interface CPG/SM est réglable depuis le système de données ou depuis le CPG.

Commande du débit de la colonne

Le débit de gaz vecteur est commandé par la pression en tête de colonne du CPG. Pour une pression de tête déterminée, le débit décroît lorsque la température du CPG augmente. Avec la régulation électronique des gaz (EPC) et le mode de la colonne réglé sur débit constant **Constant Flow**, le débit de la colonne reste identique quelle que soit la température.

Le DDM peut être utilisé pour mesurer le débit instantané de la colonne. En injectant une *petite* quantité d'air ou d'un composé chimique non retenu et en chronométrant le temps nécessaire pour que ce produit parvienne au DDM. Cette mesure de temps permet de calculer le débit de la colonne. Cf. page 77.

Mise à l'air du DDM

Un programme du système de données guide l'utilisateur pendant la séquence de mise à l'air. Il coupe les chauffages du CPG et du DDM ainsi que le chauffage de la pompe à diffusion ou la pompe turbo au moment voulu. Il permet également à l'utilisateur de surveiller les températures du DDM et indique à quel moment on peut ouvrir la vanne de mise à l'air.

Le DDM *sera* endommagé si la séquence n'est pas observée. Si le système est mis à l'air avant que la pompe à diffusion ne soit complètement refroidie, il se produit une remontée de vapeur d'huile de la pompe dans l'enceinte d'analyse du DDM. Une pompe turbo sera endommagée si elle est mise à l'air tandis que sa vitesse est de plus de 50 % de sa vitesse nominale de fonctionnement.

AVERT.

Vérifier que les zones de l'interface CPG/DDM et de l'analyseur sont refroidies (au dessous de 100 °C) avant de mettre le DDM à l'air. Une température de plus de 100 °C est suffisante pour brûler la peau. Toujours porter des gants pour manipuler les pièces de l'analyseur.

AVERT.

Si le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène, le couper avant de couper l'alimentation du DDM. Si la pompe primaire est arrêtée, l'hydrogène s'accumule dans le DDM et fait naître un risque d'explosion. Lire la rubrique Cf. "Hydrogène et sécurité", page 21 avant de faire fonctionner le DDM avec de l'hydrogène comme gaz vecteur.

ATTENTION

Ne jamais mettre le DDM à l'air en laissant entrer de l'air par l'une des extrémités du tuyau de pompe primaire. Utiliser la vanne de mise à l'air ou dévisser l'écrou de colonne et débrancher la colonne.

Ne pas mettre à l'air lorsque la pompe turbo tourne à plus de 50 % de sa vitesse nominale.

Ne pas dépasser le débit gazeux total maximal recommandé. Cf. "Modèles et caractéristiques des DDM série 5975", page 15.

Affichage de la température de l'analyseur et de l'état du vide du DDM

Pour effectuer cette tâche, il est également possible d'utiliser le tableau de commande local. Pour plus d'informations, consulter le manuel de démarrage rapide du CPG/DDM G1701EA *ChemStation Getting Started*.

Procédure

- 1 Dans la vue de commande de l'instrument "Instrument Control", sélectionner l'édition des paramètres de réglage **Edit Tune Parameters** dans le menu Instrument (Figure 13).

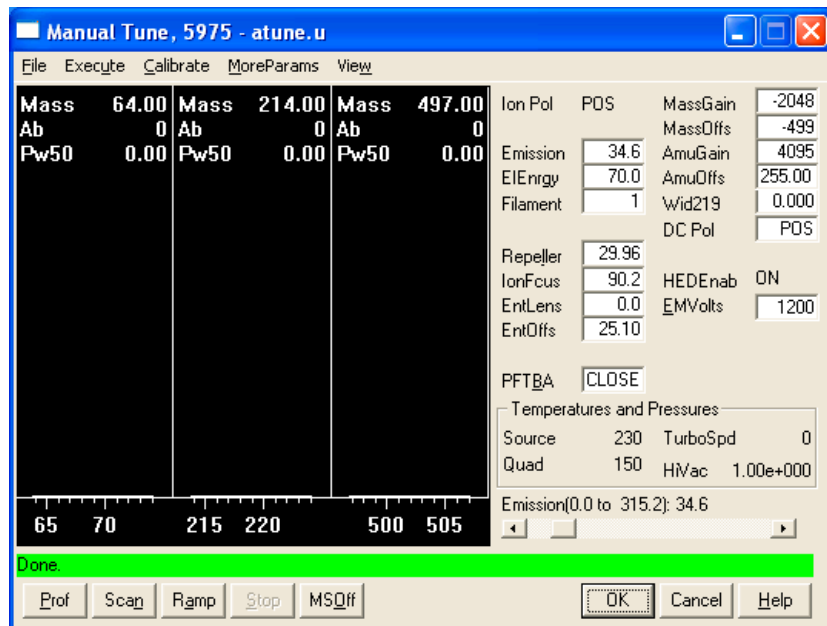


Figure 13 Paramètres de réglage

- 2 Dans la boîte de dialogue de chargement du fichier de réglage **Load MS Tune File**, sélectionner le fichier à utiliser pour la méthode en cours.
- 3 Les températures de l'analyseur et l'état du vide sont affichés dans le champ **Zones**.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

À moins que la séquence de mise sous vide soit à peine commencée, selon le modèle de DDM, la pression primaire doit être inférieure à 300 mtorr ou la vitesse de la pompe turbo doit atteindre au moins 80 % de sa vitesse nominale. Les chauffages du DDM restent coupés aussi longtemps que selon le modèle, la pompe à diffusion est froide ou la pompe turbo fonctionne à une vitesse relative de moins de 80 %. Normalement et selon le modèle, la pression primaire descend au-dessous de 100 mtorr ou la vitesse de la pompe turbo atteint 100 %.

Les chauffages du DDM sont mis en marche à la fin du cycle de mise sous vide et sont coupés au début du cycle de mise à la pression atmosphérique. Les points de consigne affichés restent inchangés pendant les séquences d'évacuation de l'enceinte et de mise à la pression atmosphérique en dépit de la coupure des zones chauffées.

Configuration des fenêtres de surveillance des températures et de l'état du vide du DDM

Une fenêtre de surveillance affiche la valeur en cours d'un paramètre donné de l'instrument. On peut les ajouter à la fenêtre de commande standard de l'instrument. Les fenêtres de surveillance peuvent être programmées pour changer de couleur lorsque le paramètre instantané s'écarte de la consigne d'une quantité déterminée par l'utilisateur.

Procédure

- 1 Dans le menu Instrument, sélectionner les fenêtres de surveillance **MS Monitors**.
- 2 Dans la boîte de dialogue d'édition **Edit MS Monitors** sous le champ **Type**, sélectionner la **Zone**.
- 3 Sous le champ **Parameter**, sélectionner la source du spectromètre **MS Source** et l'ajouter en cliquant sur **Add**.
- 4 Sous le champ **Parameter**, sélectionner le quadripôle **MS Quad** et l'ajouter en cliquant sur **Add**.
- 5 Sous **Parameter**, sélectionner selon le modèle de DDM la pression primaire **Foreline** ou la vitesse de la pompe turbo **TurboSpd** et l'ajouter en cliquant sur **Add**.
- 6 Sélectionner toute autre fenêtre de surveillance à ajouter avec le bouton **Add**.
- 7 Cliquer sur **OK**. Les nouvelles fenêtres de surveillance s'empilent les unes au-dessus des autres en bas à droite de la fenêtre de commande de l'instrument. Il faut les déplacer pour les observer toutes en même temps.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

- 8 Cliquer sur chacune des fenêtres et la faire glisser jusqu'à la position souhaitée. Pour voir une manière de disposer les fenêtres de surveillance, cf. Figure 14.

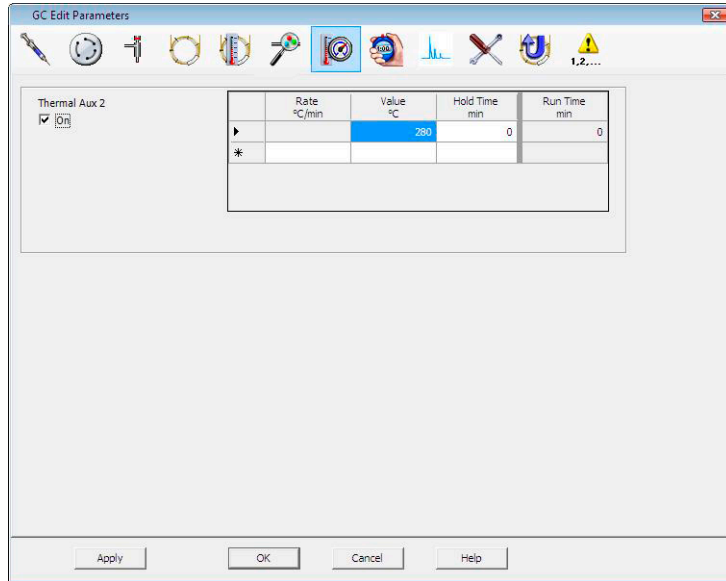


Figure 14 Disposition des fenêtres de surveillance

- 9 Pour intégrer ces nouveaux réglages dans la méthode, l'enregistrer en sélectionnant **Save** dans le menu de méthode.

Configuration des températures de l'analyseur du DDM

Les consignes de température de la source et du filtre de masse (quad) du DDM sont enregistrées dans le fichier de réglage en cours (*.u). Lorsqu'une méthode est chargée, les consignes du fichier de réglage associé à la méthode sont récupérées automatiquement.

Procédure

- 1 Dans la vue de commande de l'instrument "Instrument Control", sélectionner l'édition des paramètres de réglage **Edit Tune Parameters** dans le menu "Instrument".
- 2 Sélectionner **Temperatures** dans le menu des paramètres supplémentaires **MoreParams** (Figure 15).

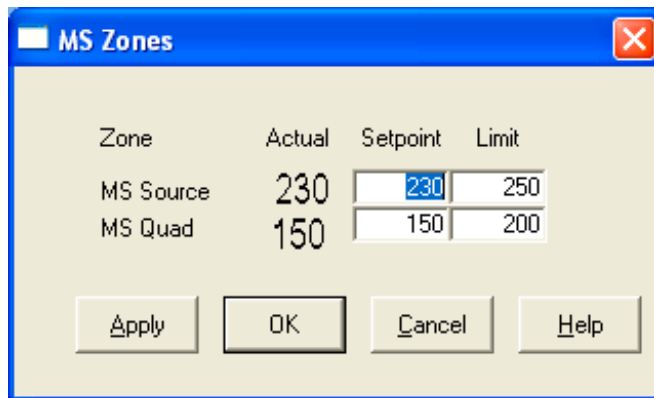


Figure 15 Configuration des températures

- 3 Saisir les températures de source et de quad (filtre de masse) souhaitées dans les champs de consigne "setpoint". Pour les consignes recommandées, cf. Tableau 12, page 72.

Les températures des zones de chauffage de l'interface CPG/DDM, de la source et du quadripôle influent les unes sur les autres. La régulation des températures de l'analyseur peut manquer de précision si la consigne d'une zone est très différente de celle de la zone voisine.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

AVERT.

Il ne faut pas dépasser 200 °C pour le quadripôle et 350 °C pour la source.

- 4 Pour refermer cet écran, cliquer sur :
 - **Apply** pour transférer les consignes au DDM.
 - **OK** pour modifier le fichier de réglage actuellement ouvert sans envoyer les nouvelles consignes au DDM (pour cela, utiliser **Apply**).
 - **Cancel** pour annuler et sortir sans changer le fichier de réglage en cours ni transférer quoi que ce soit dans le DDM.
- 5 Lorsque la boîte de dialogue d'enregistrement du fichier de réglage **Save MS Tune File** s'ouvre, soit cliquer sur **OK** pour enregistrer les modifications dans le même fichier, soit saisir un nouveau nom de fichier et cliquer sur **OK**.

Tableau 12 Consignes de températures recommandées

	Mode EI	Mode PCI	Mode NCI
Source SM	230	250	150
Quad SM	150	150	150

Configuration de la température de l'interface CPG/DDM depuis la ChemStation

Pour effectuer cette tâche, il est également possible d'utiliser le tableau de commande local. Cf. "Exploitation du DDM depuis le tableau de commande local (LCP)", page 53.

Procédure

Cette procédure suppose que le CPG est un Agilent 7890A. La procédure pour la série de CPG Agilent est similaire, sauf en ce qui concerne la température de l'interface CPG/DDM du 6850 qui est commandée depuis la zone **Aux/Thermal Aux**.

- 1 Sélectionner **View>Instrument Control**.
- 2 Sélectionner **Instrument>GC Edit Parameters**.
- 3 Cliquer sur **Aux** pour modifier la température de l'interface (Figure 16).

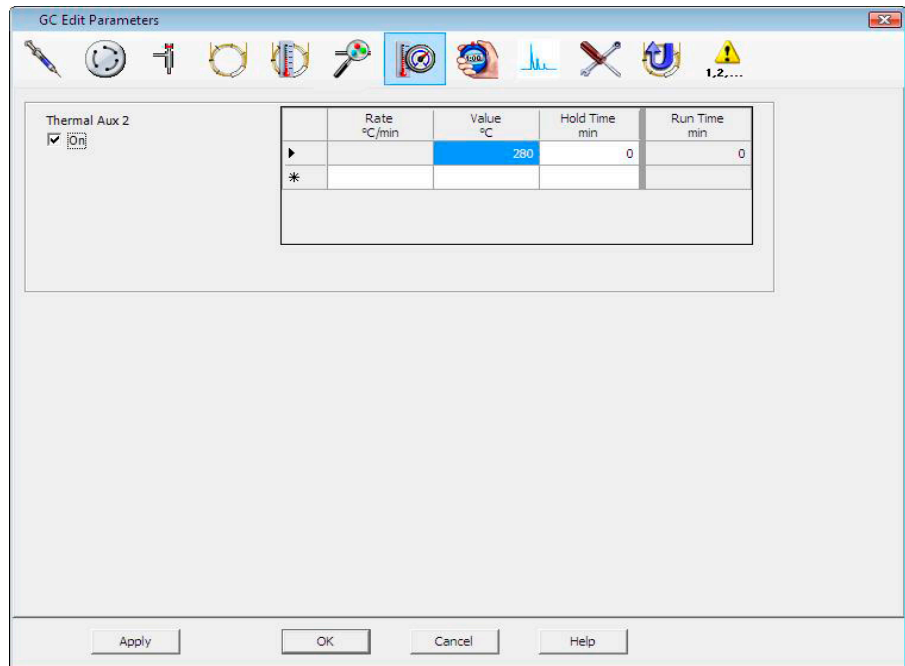


Figure 16 Configuration de la température de l'interface

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

- 4 Vérifier que sous le **Type**, le DDM **MSD** est sélectionné et que sous la voie auxiliaire **Aux Channel**, la zone thermique auxiliaire **Thermal Aux #2** est sélectionnée.
- 5 Mettre le chauffage en marche et entrer la consigne dans la colonne de la température suivante **Next °C**. *Ne pas* entrer de rampe de température.
- 6 La consigne type est de 280 °C.

Les valeurs extrêmes permises sont 0 °C et 350 °C. Une consigne inférieure à l'ambiante coupe le chauffage de l'interface.

ATTENTION

Ne jamais dépasser la température maximale autorisée pour la colonne.

- 7 Cliquer sur **Apply** pour transférer les consignes ou cliquer sur **OK** pour les transférer et refermer la fenêtre.
- 8 Pour intégrer ces nouveaux réglages dans la méthode, l'enregistrer en sélectionnant **Save** dans le menu de méthode.

ATTENTION

S'assurer que le gaz vecteur est ouvert et que la colonne a été purgée de l'air qu'elle contenait avant de chauffer l'interface CPG/DDM et le four du CPG.

Surveillance de la pression du vide secondaire

L'affichage et le suivi de la pression nécessite une microjauge à vide à ionisation G3397A (option).

Fournitures nécessaires

- Microjauge à vide à ionisation (G3397A)

AVERT.

Si le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène et qu'il existe une possibilité que de l'hydrogène se soit accumulé dans l'enceinte de l'analyseur, ne pas allumer la microjauge à ionisation. Lire la rubrique Cf. "Hydrogène et sécurité", page 21 avant de faire fonctionner le DDM avec de l'hydrogène comme gaz vecteur.

Procédure

- 1 Démarrer et évacuer le DDM (page 95).
- 2 Depuis la vue de réglage "Tune and Vacuum Control", sélectionner l'option d'ouverture ou de fermeture de la vanne à vide **Turn Vacuum Gauge on/off** du menu du vide "Vacuum".
- 3 La vue de commande de l'instrument "Instrument Control" permet de surveiller la pression en configurant une fenêtre de surveillance "MS Monitor". Il est également possible de lire la pression sur le LCP ou l'écran de réglage manuel "Manual Tune".

C'est le débit de gaz vecteur (colonne) qui a la plus grande influence sur la pression de travail en mode EI. Le Tableau 13 indique les pressions- types pour différentes valeurs du débit. La valeur de ces pressions est approximative et varie d'un instrument à l'autre (jusqu'à 30 % de différence).

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Tableau 13 Lecture de la microjauge à vide à ionisation

Débit de colonne, ml/min	Lecture de la jauge, torr Pompe turbo "performance"	Lecture de la jauge, torr Pompe turbo <i>standard</i>	Lecture de la jauge, torr Pompe à <i>diffusion</i>	Lecture primaire, torr Pompe à <i>diffusion</i>
0,5	3,18E-06	1,3E-05	2,18E-05	34,7
0,7	4,42E-06	1,83E-05	2,59E-05	39,4
1	6,26E-06	2,61E-05	3,66E-05	52,86
1,2	7,33E-06	3,11E-05	4,46E-05	60,866
2	1,24E-05	5,25E-05	7,33E-05	91,784
3	1,86E-05	8,01E-05	1,13E-04	125,76
4	2,48E-05			
6	3,75E-05			

Si la pression est notablement plus élevée que les pressions indiquées ici, consulter l'aide en ligne du logiciel de la ChemStation DDM pour y rechercher les informations concernant le diagnostic des fuites d'air et des autres problèmes du système de vide.

Mesure de la vitesse linéaire du gaz vecteur dans la colonne

Avec des colonnes capillaires du genre de celle utilisée sur le DDM, on préfère souvent mesurer la vitesse linéaire de progression et non le débit proprement dit.

Procédure

- 1 Configurer l'acquisition des données pour une injection manuelle sans division et la fragmentométrie (SIM) sur l'ion m/z 28.
- 2 Préparer l'analyse en appuyant sur le bouton **Prep Run** du clavier du CPG.
- 3 Injecter 1 μ l d'air dans l'injecteur CPG et démarrer l'analyse en appuyant sur **Start Run**.
- 4 Attendre jusqu'à l'édition d'un pic à m/z 28. Noter le temps de rétention.
- 5 Calculer la vitesse linéaire correspondante.

$$\text{Vitesse linéaire (cm/s)} = \frac{100 L}{t}$$

où :

L = longueur de la colonne en mètres

t = temps de rétention en secondes

La colonne a pu être raccourcie, ne pas oublier d'en tenir compte. S'il manque 1 mètre à une colonne de 25 mètres, l'erreur sera de 4 %.

- 6 Utiliser cette vitesse pour vérifier le calcul de débit de la Chemstation DDM (page 78).

S'il y a une différence, cliquer sur **Change** pour mettre à jour l'étalonnage de la colonne.

- 7 Calcul du débit de la colonne.

$$\text{Débit (ml/min)} = \frac{0.785 D^2 L}{t}$$

où :

D = diamètre interne de la colonne en millimètres

L = longueur de la colonne en mètres

t = temps de rétention en minutes

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Calcul du débit de la colonne

Le débit peut être calculé à partir de la pression en tête de colonne si les dimensions de la colonne sont connues.

Procédure

- 1 Dans la vue de commande de l'instrument "Instrument Control", sélectionner **Instrument>GC Edit Parameters**.
- 2 Cliquer sur l'icône **Columns** (la Figure 17 fournit un exemple).
- 3 Vérifier que les dimensions correctes de colonne sont entrées.
- 4 Saisir la valeur souhaitée pour la pression dans le champ "Pressure".

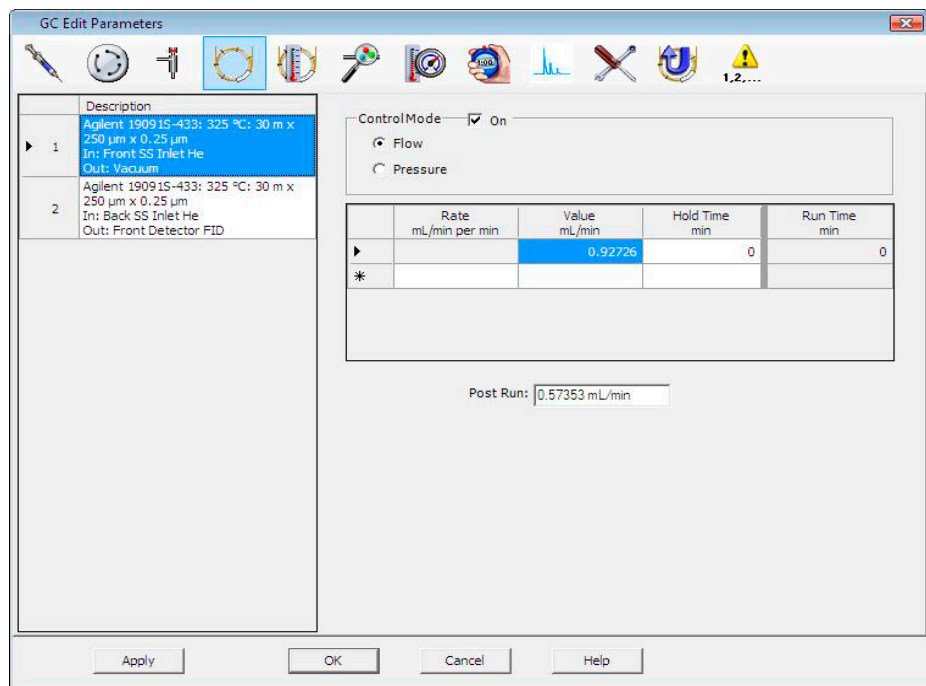


Figure 17 Calcul du débit de la colonne

- 5 Si la vitesse linéaire affichée est différente de celle obtenue sur page 77, cliquer sur **Change** pour mettre à jour l'étalonnage de la colonne.

Réglage du DDM

Il est également possible d'utiliser le tableau de commande local pour exécuter l'autoréglage avec les paramètres en mémoire dans le PC à cet instant. Cf. "Exploitation du DDM depuis le tableau de commande local (LCP)", page 53.

Procédure

- 1 Dans la vue de commande de l'instrument "Instrument Control", vérifier que le fichier de réglage correct est chargé. Pour la plupart des applications, c'est le fichier ATUNE.U (**Autotune**) qui donne les meilleurs résultats. Le fichier STUNE.U (**Standard Tune**) n'est pas recommandé car il risque de réduire la sensibilité.
Utilisez Gagner de l'autoréglage "Gain Autotune" (GAIN.U + HiSense.U). Cela permet d'autorégler vers un gain cible plutôt qu'une abondance cible. Cela offre d'excellents résultats, à la fois pour l'abondance d'exécution à exécution mais aussi entre différents instruments.
- 2 Régler le système avec les mêmes conditions (température du four et débit de colonne du CPG, et températures de l'analyseur du DDM) que celles qui seront utilisées ensuite pour l'acquisition des données.
- 3 Sélectionner **Tune MSD** pour effectuer un réglage complet ou **Quick Tune** pour régler uniquement la largeur de pic, l'attribution de masse et l'abondance, sans modification des rapports ioniques. Si le système est configuré pour l'ionisation chimique (CI), cette boîte de dialogue permet aussi d'accéder au panneau de réglage CI. Le réglage démarre immédiatement.
- 4 Attendre que le réglage soit terminé et ait envoyé son rapport.

Il est recommandé d'enregistrer les rapports d'autoréglage. Pour afficher le journal des résultats de réglage, sélectionner **Checkout>View Previous Tunes**.

Pour effectuer un réglage manuel du DDM ou pour effectuer des autoréglages spéciaux, afficher la vue Tune and Vacuum Control.

Depuis ce menu de réglage, en plus des réglages accessibles depuis le tableau de commande de l'instrument, on peut sélectionner des autoréglages spéciaux pour obtenir certaines particularités spectrales relatives à des composés de référence, comme : **DFTPP Tune** ou **BFB Tune**.

Pour des informations complémentaires sur le réglage, consulter les manuels ou l'aide en ligne fournis avec le logiciel Chemstation DDM.

Vérification des performances du système

Fournitures nécessaires

- Octafluoronaphtalène (OFN) à 1 pg/µl (0,001 ppm), référence 5188- 5348

Vérification de la performance du réglage

- 1 Vérifier que le système est sous vide secondaire depuis au moins 60 minutes.
- 2 Entrer une température de four CPG de 150 °C et un débit de colonne de 1,0 ml/min.
- 3 Dans la vue de commande de l'instrument "Instrument Control", sélectionner la vérification des paramètres de réglage **Checkout Tune** dans le menu de vérification "Checkout". Le logiciel exécute alors un autoréglage et imprime le rapport.
- 4 Quand l'autoréglage est terminé, enregistrer la méthode et sélectionner l'évaluation du réglage **Evaluate Tune** dans le menu de vérification "Checkout".

Le logiciel évalue alors le dernier autoréglage et imprime un rapport de réglage et de vérification du système.

Vérification de la performance de sensibilité

- 1 Préparer une injection d'1 µl d'OFN, soit automatique (ALS), soit manuelle.
- 2 Dans la vue de commande de l'instrument "Instrument Control", sélectionner la vérification de sensibilité **Sensitivity Check** dans le menu de vérification "Checkout".
- 3 Cliquer sur les outils appropriés de la fenêtre Instrument | Edit pour éditer la méthode associée à ce type d'injection.
- 4 Cliquer sur **OK** pour exécuter la méthode.

Une fois la méthode exécutée, un rapport d'évaluation est imprimé.

Contrôler que la valeur efficace du rapport signal sur bruit est conforme aux spécifications publiées. Les spécifications sont disponibles sur le site Web Agilent à l'adresse www.agilent.com/chem.

Test aux masses élevées (DDM série 5975)

Conditions opératoires du test

- 1 Se procurer un échantillon de PFHT (5188- 5357)
- 2 Charger le fichier de réglage ATUNE.U, puis effectuer un autoréglage du DDM.
- 3 Résoudre la méthode PFHT.M enregistrée sous x\5975\PFHT.M, x représentant le numéro d'instrument utilisé.
- 4 Mettre à jour et enregistrer la méthode.

Vérification à masse élevée

- 1 Mettre l'échantillon dans un flacon et le placer en position 2.
- 2 Dans le menu de vérification **Checkout**, sélectionner le test à masse élevée **High Mass Check**.
- 3 Suivre les indications s'affichant à l'écran.
- 4 L'analyse ne prend que cinq minutes, impression du rapport comprise.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

Résultats

*PFHT HIGH MASS REPORT

```

Data File : C:\msdchem\1\5975\HighMass3.d          Vial: 2
Acq On   : 28 Apr 2005 15:07                      Operator:
Sample   : *HIGH MASS TEST                        Inst  : Instrument #1
Misc     : _[]                                     Multiplr: 1.00
Barcode  : *EXPECTED=* <NONE> ACTUAL=* <NONE>    Sample Amount:0.00
MS Integration Params: NA
    
```

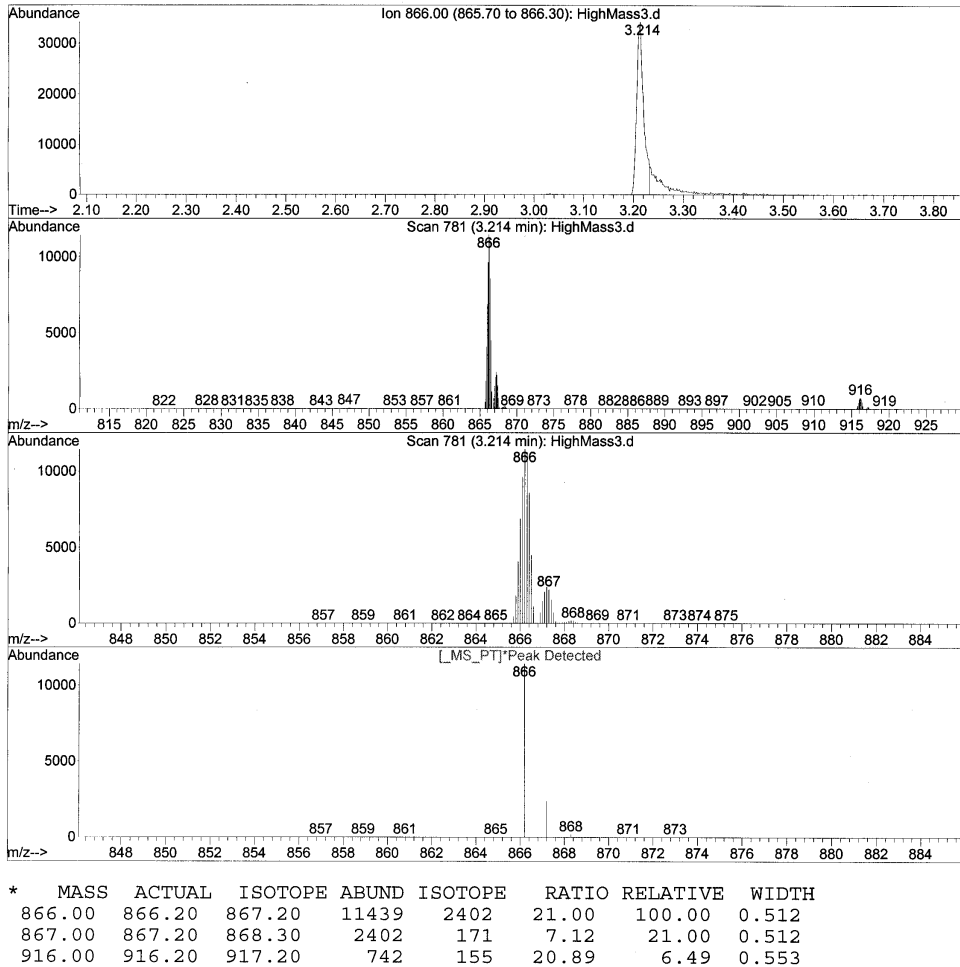


Figure 18 Rapport masses élevées du PFHT

Les résultats indiquent une valeur recommandée pour le paramètre de décalage "AMU offset" pour les masses élevées. Si les résultats sont égaux aux quantités cibles à cinq unités près, il n'y a aucune raison de procéder à un réglage.

Réglages

- 1 Vérifier que le fichier ATUNE.U a été chargé.
- 2 Dans la vue de commande de l'instrument "Instrument Control", sélectionner l'édition des paramètres de réglage **Edit Tune Parameters** dans le menu "Instrument".
- 3 Afficher les paramètres supplémentaires en cliquant sur **MoreParams** et sélectionner la programmation dynamique des paramètres **DynamicRamping Params...**
 - a Sélectionner le paramètre de décalage "AMU offset" sur la liste déroulante.
 - b Si les valeurs sur le côté droit sont grisées, il faut cocher l'activation de la programmation dynamique **Enable Dynamic Ramping For This Lens**.
 - c Entrer le décalage recommandé et cliquer sur **OK**.
- 4 Cliquer sur le bouton **OK** de la boîte de modification des paramètres "Edit Parameters". La boîte de dialogue d'enregistrement du fichier de réglage "Save MS Tune File" s'ouvre.

Il est possible de remplacer le fichier ATUNE.U pour y inclure le réglage à masse élevée ou l'enregistrer sous un nouveau nom, par exemple : ATUNEHIGH.U.

NOTE

À chaque fois qu'un autoréglage ATUNE.U est exécuté, il remplace la valeur "AMU offset" par la donnée entrée. C'est la raison pour laquelle il faut renommer le fichier.

- 5 Charger la méthode PFHT.M et le fichier de réglage sauvegardé, puis sauvegarder à son tour la méthode.
- 6 Réanalyser le mélange test (réitérer la vérification à masse élevée). Si la correction ne dépasse pas 5 unités, il n'est pas nécessaire de procéder à un autre réglage.

Dépose des capots du DDM

Fournitures nécessaires

- Tournevis, Torx T- 15 (8710- 1622)

S'il s'avère nécessaire de retirer l'un des capots du DDM, suivre selon le cas l'une des deux procédures ci-dessous (Figure 19) :

Dépose du capot supérieur de l'analyseur



Déposer les 5 vis et soulever le capot pour le retirer.

Dépose du capot à hublot de l'analyseur



- 1 Appuyer sur la zone arrondie au sommet du hublot.
- 2 Dégager le hublot hors du DDM par l'avant et en le soulevant.

AVERT.

Ne pas déposer les autres capots, couvercles ou panneaux. Des tensions dangereuses sont présentes derrière ceux-ci.

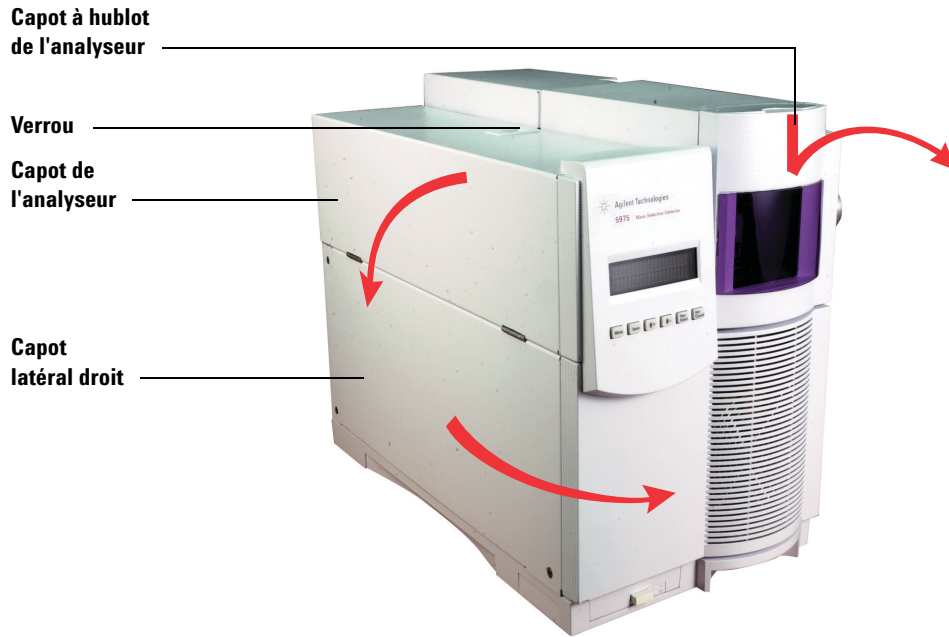


Figure 19 Dépose des capots

ATTENTION

Ne pas appliquer un effort excessif car les pattes de plastique qui maintiennent les capots pourraient se briser.

Mise à la pression atmosphérique du DDM

Procédure

- 1 Sélectionner **Vent** dans le menu "Vacuum" du logiciel. Suivre les instructions qui s'affichent.
- 2 Mettre les consignes de température de l'interface CPG/DDM et du four CPG à l'ambiante.

AVERT.

Si le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène, le couper avant de couper l'alimentation du DDM. Si la pompe primaire est arrêtée, l'hydrogène s'accumule dans le DDM et fait naître un risque d'explosion. Lire la rubrique Cf. "Hydrogène et sécurité", page 21 avant de faire fonctionner le DDM avec de l'hydrogène comme gaz vecteur.

ATTENTION

Vérifier que le four du CPG et l'interface CPG/DDM ont refroidis avant de couper le gaz vecteur.

- 3 À l'invite du logiciel, couper l'interrupteur d'alimentation du DDM.
- 4 Débrancher le cordon secteur du DDM.

AVERT.

Une fois le DDM à la pression atmosphérique, ne plus aller à la vue de commande de l'instrument "Instrument Control" de la ChemStation. Cela mettrait le chauffage de l'interface en marche.

5 Déposer le capot à hublot de l'analyseur page 84

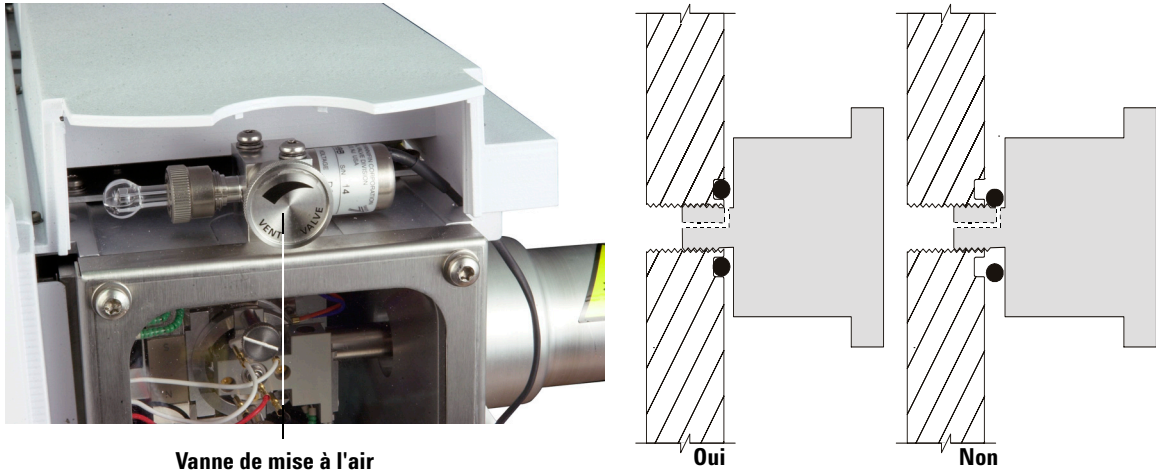


Figure 20 Mise à l'air du DDM



- 6 Tourner le bouton de la vanne de mise à l'air (Figure 20) dans le sens inverse des aiguilles d'une montre de *seulement* 3/4 de tour ou jusqu'à ce que le sifflement de l'air qui pénètre dans l'enceinte de l'analyseur se fasse entendre.

Ne pas trop tourner le bouton car le joint torique sortirait de sa gorge. Ne pas oublier de revisser le bouton avant de remettre l'enceinte sous vide.

AVERT.

Laisser l'analyseur refroidir à température ambiante avant d'y toucher.

ATTENTION

Toujours porter des gants propres pour manipuler l'analyseur ou toute autre pièce normalement placée à l'intérieur de l'enceinte de l'analyseur.

AVERT.

Une fois le DDM à la pression atmosphérique, ne plus aller à la vue de commande de l'instrument "Instrument Control" de la ChemStation. Cela mettrait le chauffage de l'interface en marche.

Ouverture de l'enceinte de l'analyseur

Fournitures nécessaires

- Gants, propres, non pelucheux
 - Grande taille (8650- 0030)
 - Petite taille (8650- 0029)
- Bracelet antistatique
 - Petite taille (9300- 0969)
 - Taille moyenne (9300- 1257)
 - Grande taille (9300- 0970)

ATTENTION

Toute décharge statique sur les composants de l'analyseur est transmise à la carte latérale où elle peut endommager des composants sensibles. Porter un bracelet antistatique relié à la terre et prendre les précautions anti-ESD recommandées page 135 avant de toucher les composants de l'analyseur.

Procédure



- 1 Mettre le DDM à la pression atmosphérique (page 86).
- 2 Débrancher de la carte latérale, son câble de commande ainsi que le câble d'alimentation de la source.
- 3 Si elles sont serrées, desserrer les vis moletées de la plaque latérale (Figure 21).

La vis moletée arrière de la plaque latérale ne doit pas être serrée en utilisation normale. Cette vis est serrée uniquement pour le transport. La vis moletée avant ne devrait être serrée que pour l'utilisation de la CI ou si de l'hydrogène ou d'autres substances inflammables toxiques sont utilisées pour le gaz vecteur.

ATTENTION

Au cours de l'étape suivante, **arrêter** à la moindre résistance. Ne jamais forcer sur la plaque latérale pour l'ouvrir. Vérifier que le DDM est à la pression atmosphérique. Vérifier que les vis moletées avant et arrière sont toutes deux complètement desserrées.

- 4 Faire pivoter *doucement* la plaque latérale vers l'extérieur.

AVERT.

L'analyseur, l'interface CPG/DDM, et d'autres parties de l'enceinte de l'analyseur fonctionnent à haute température. Ne pas y toucher tant qu'il n'est pas certain qu'il a suffisamment refroidi.

ATTENTION

Afin d'éviter toute pollution, toujours porter des gants propres pour travailler dans l'enceinte de l'analyseur.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

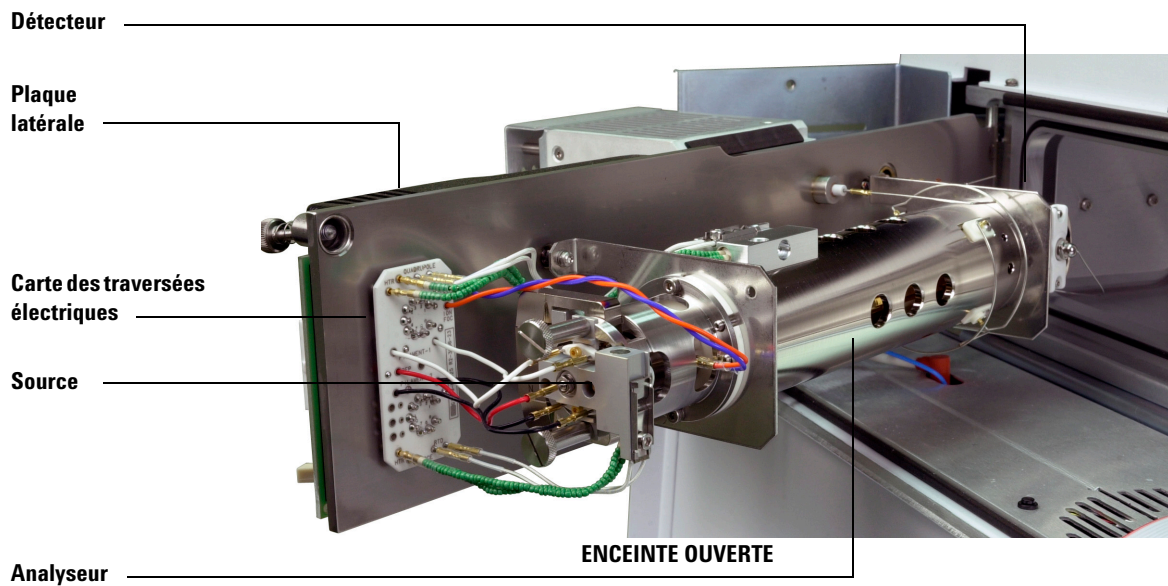
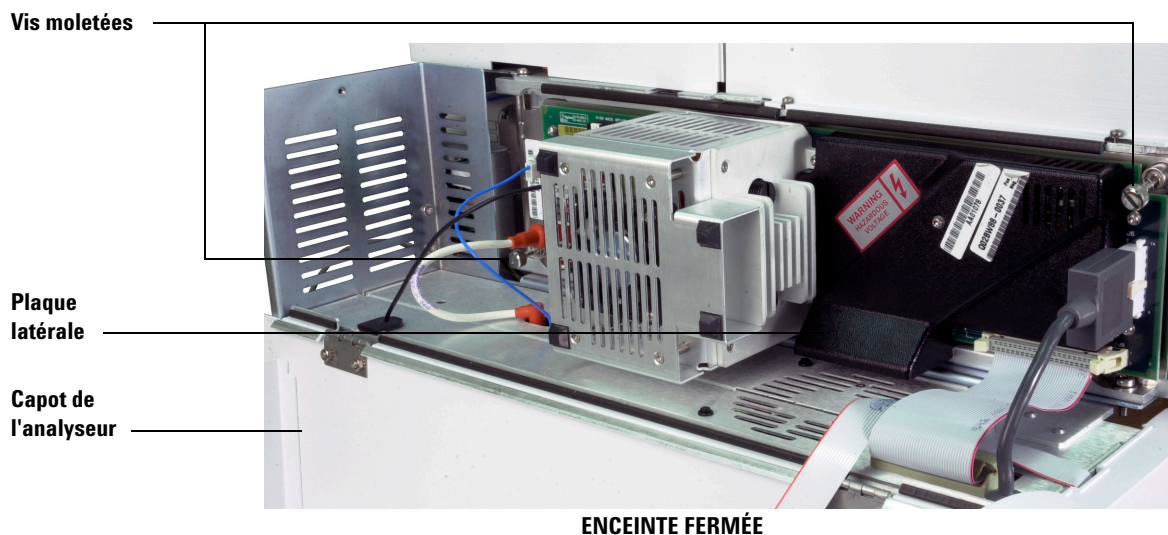


Figure 21 L'enceinte de l'analyseur

Fermeture de l'enceinte de l'analyseur

Fournitures nécessaires

- Gants, propres, non pelucheux
 - Grande taille (8650- 0030)
 - Petite taille (8650- 0029)

Procédure

- 1 Vérifier que toutes les connexions internes de l'analyseur sont bien fixées. Le câblage est identique pour les sources EI et CI.

Le Tableau 14 décrit le brochage complet du câblage illustré par les Figure 22 et Figure 23. Dans le tableau, "CT" désigne la carte des traversées électriques placée à proximité de la source.

Tableau 14 Câblage de l'analyseur

Description du fil	Fixé sur	Connecté à
Isolant en perles vertes (2)	Chauffage du quadripôle	CT, en haut à gauche (HTR)
Blanc avec gaine tressée (2)	Sonde temp. quadripôle	CT, en haut (RTD)
Blanc (2)	CT, centre (FILAMENT-1)	Filament 1 (haut)
Rouge (1)	CT, centre gauche (REP)	Repousseur
Noir (2)	CT, centre (FILAMENT-2)	Filament 2 (bas)
Orange (1)	CT, en haut à gauche (ION FOC)	Lentille de focalisation des ions
Bleu (1)	CT, en haut à droite (ENT LENS)	Lentille d'entrée
Isolant en perles vertes (2)	Chauffage source	CT, en bas à gauche (HTR)
Blanc (2)	Sonde temp. source	CT, en bas (RTD)

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

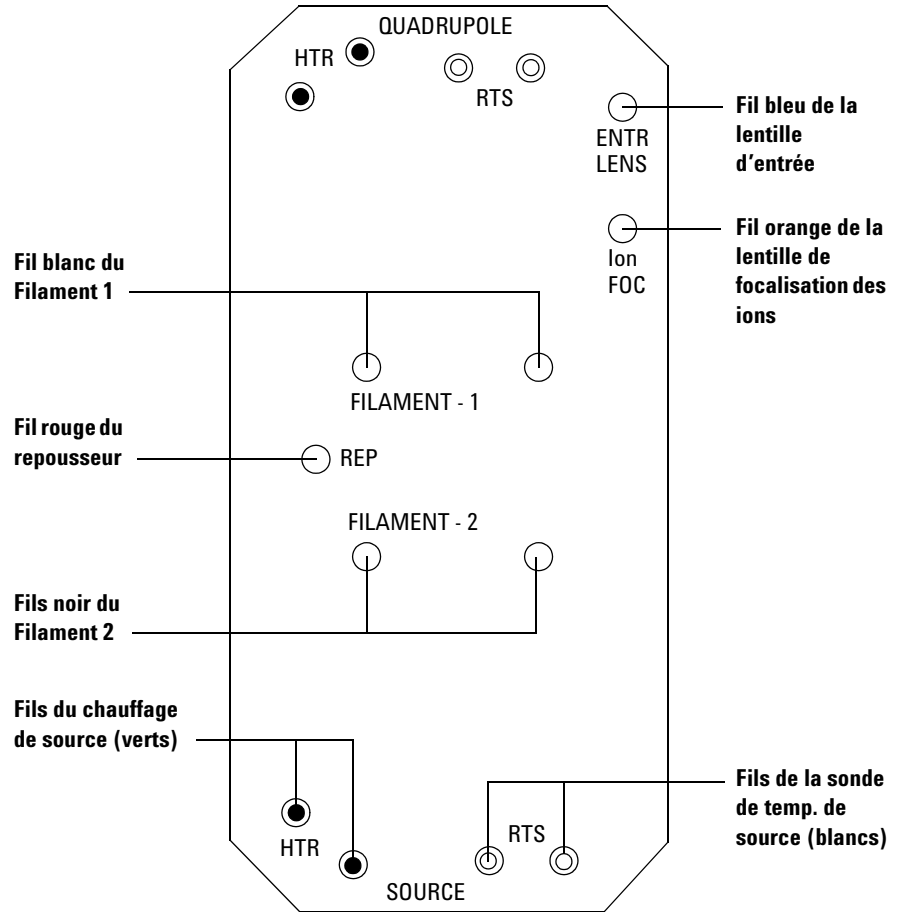


Figure 22 Câblage de la carte des traversées électriques

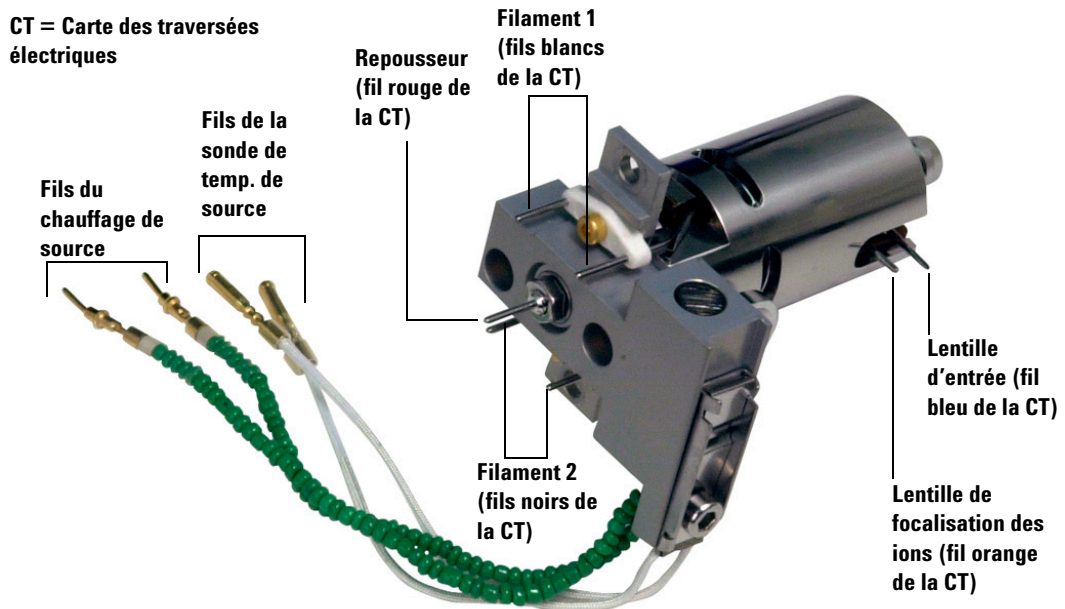


Figure 23 Câblage de la source

2 Contrôler le joint torique de la plaque latérale.

Vérifier que le joint torique est *très légèrement* lubrifié avec de la graisse à vide Apiezon L. Si ce joint est très sec, l'étanchéité peut être difficile à obtenir. Si ce joint est trop brillant, il est lubrifié surabondamment. Pour les instructions de lubrification, consulter le Manuel de maintenance préventive et corrective du DDM série 5975 intitulé "5975 MSD Series Troubleshooting and Maintenance Manual").

3 Refermer la plaque latérale.

4 Rebrancher sur la carte latérale son câble de commande ainsi que le câble d'alimentation de la source.

5 Vérifier que la vanne de mise à l'air est bien fermée.

6 Évacuer le DDM (page 95).

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

- 7 Pour l'utilisation de la CI ou si de l'hydrogène ou d'autres substances inflammables toxiques sont utilisées pour le gaz vecteur, serrer *légèrement* à la main la vis moletée avant de la plaque latérale.

AVERT.

La vis moletée avant doit être serrée pour l'utilisation de la CI ou si de l'hydrogène (ou un autre gaz dangereux) est utilisé comme gaz vecteur. Dans l'éventualité peu probable d'une explosion, elle pourrait ainsi empêcher la plaque de s'ouvrir.

ATTENTION

Ne pas serrer exagérément la vis moletée cela peut faire apparaître des fuites ou empêcher la mise sous vide. Ne pas utiliser de tournevis pour serrer la vis moletée.

- 8 Une fois le DDM sous vide, refermer le couvercle.

Mise sous vide du DDM

Pour effectuer cette tâche, il est également possible d'utiliser le tableau de commande local. Cf. "Exploitation du DDM depuis le tableau de commande local (LCP)", page 53.

AVERT.

S'assurer que toutes les conditions indiquées dans l'introduction du présent chapitre (page 61) sont vérifiées avant de commencer la procédure d'évacuation du DDM. Le non-respect de cette consigne peut être à l'origine de blessures corporelles.

AVERT.

Si le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène, ne l'ouvrir que lorsque la colonne est installée dans le DDM et que ce dernier est sous vide. Si les pompes à vide sont arrêtées, l'hydrogène s'accumule dans le DDM et fait naître un risque d'explosion. Lire la rubrique Cf. "Hydrogène et sécurité", page 21 avant de faire fonctionner le DDM avec de l'hydrogène comme gaz vecteur.

Procédure



- 1 Remettre la vanne de mise à l'air en place.
- 2 Rebrancher le cordon secteur du DDM.
- 3 Sélectionner la vue de réglage **Tune and Vacuum Control** dans le menu des vues d'affichage View.

Sélectionner la mise sous vide **Pump Down** dans le menu du vide "Vacuum".

- 4 À l'invite du logiciel, mettre le DDM en marche (interrupteur d'alimentation).
- 5 Appuyer légèrement sur la plaque latérale du DDM pour favoriser la bonne étanchéité initiale du joint. Appuyer sur le boîtier métallique de la carte latérale.

La pompe primaire émet un gargouillis. Ce bruit doit cesser dans la minute qui suit. Si ce bruit persiste, il y a une fuite d'air *importante* dans le système probablement au niveau de la plaque latérale, de l'écrou de colonne de l'interface ou de la vanne de mise à l'air.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

- 6 Une fois la communication établie avec le PC, cliquer sur **OK**.

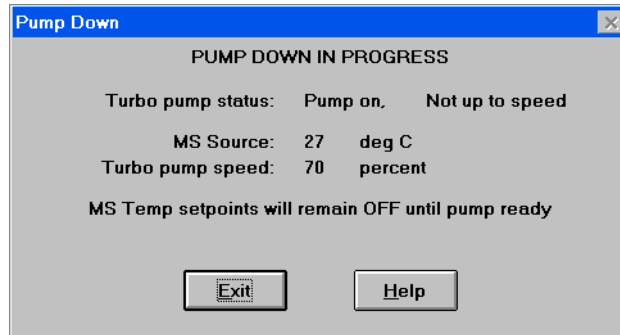


Figure 24 Mise sous vide

ATTENTION

Selon le modèle de DDM, au bout de 10 à 15 minutes la pompe à diffusion devrait être chaude ou la vitesse de la pompe turbo devrait atteindre 80 % (Figure 24). Éventuellement, la pompe turbo atteindra une vitesse de 95 %. Si ces conditions ne sont pas remplies, l'électronique du DDM arrête la pompe primaire. Pour revenir à la situation normale, il faut couper puis remettre l'alimentation du DDM. En cas de difficulté de mise sous vide de DDM, consulter le manuel ou l'aide en ligne et y rechercher les informations sur le diagnostic des fuites d'air et des autres problèmes de vide.

- 7 À l'invite du logiciel, mettre le chauffage de l'interface CPG/DDM et le four du CPG en marche. Lorsque c'est fait, cliquer sur **OK**.

Le logiciel se charge de mettre les chauffages de la source et du filtre de masse (quad) en marche. Les consignes de température sont enregistrées dans le fichier d'auto-réglage (*.u) en cours.

ATTENTION

Ne pas allumer de zone chauffée du CPG avant d'avoir établi un débit de gaz vecteur. Faire chauffer une colonne sans débit de gaz vecteur la détériore.

- 8 Lorsque le message d'invitation à utiliser le DDM **Okay to run** apparaît, patienter encore deux heures pour qu'il atteigne son équilibre thermique. Les données acquises avant que le DDM n'ait atteint son équilibre thermique peuvent ne pas être reproductibles.

Transport et entreposage du DDM

Fournitures nécessaires

- Ferrule, aveugle (5181- 3308)
- Écrou de colonne d'interface (05988- 20066)
- Clé plate, 1/4 de pouce × 5/16 de pouce (8710- 0510)

Procédure

- 1 Mettre le DDM à la pression atmosphérique (page 86).
- 2 Sortir la colonne de l'interface (on obturera cette dernière avec un écrou d'interface muni d'une ferrule aveugle).
- 3 Fermer la vanne de mise à l'air.
- 4 Séparer le DDM du CPG (consulter le Manuel de maintenance préventive et corrective du DDM série 5975 intitulé "5975 Series MSD Troubleshooting and Maintenance Manual").
- 5 Débrancher le câble du chauffage de l'interface CPG/DDM (côté CPG).
- 6 Mettre l'écrou d'interface avec la ferrule aveugle en place.
- 7 Ouvrir le capot de l'analyseur (page 84).
- 8 Serrer à la main les vis moletées de la plaque latérale (Figure 25).

ATTENTION

Ne pas serrer pas les vis moletées trop fort. Un serrage exagéré endommage les filets des taraudages de l'enceinte de l'analyseur. Il risque aussi de voiler la plaque latérale et de provoquer des fuites.

- 9 Rebrancher le cordon secteur du DDM.
- 10 Mettre le DDM en marche (interrupteur secteur) pour le mettre sous vide primaire. Selon le modèle de DDM, vérifier que la vitesse de la pompe turbo dépasse 50 % ou que la pression primaire est ~ 1 torr.
- 11 Éteindre le DDM.
- 12 Refermer le capot de l'enceinte de l'analyseur.
- 13 Débrancher les câbles réseau local, de commande à distance et secteur.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)

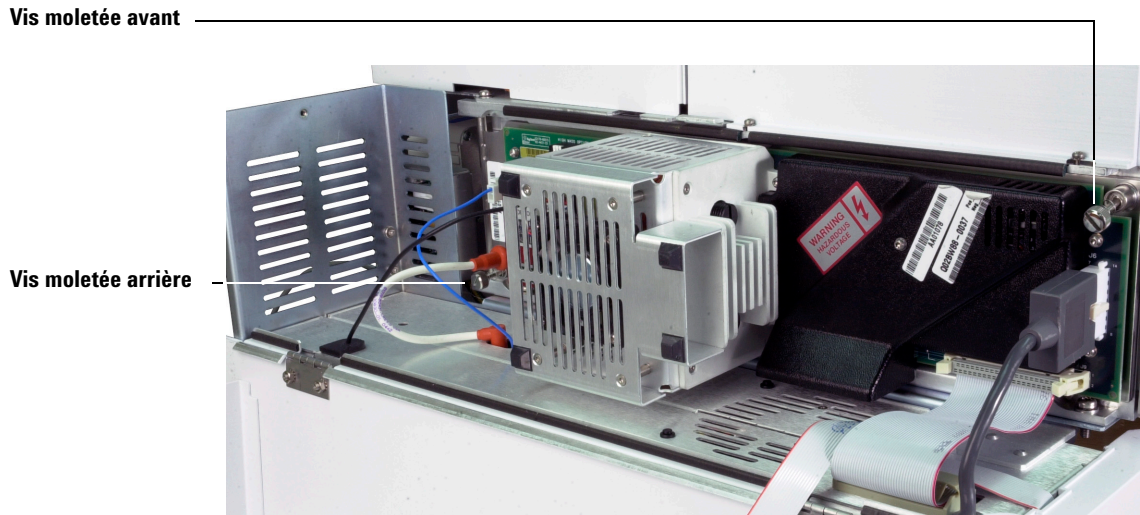


Figure 25 Vis moletées de la plaque latérale

Il est maintenant possible d'entreposer le DDM ou de le transporter. La pompe primaire ne peut pas être débranchée du DDM. Elle doit être déplacée avec le DDM. S'assurer que le DDM reste en position verticale et ne sera jamais couché sur le côté ni retourné.

ATTENTION

Le DDM ne doit en aucun cas être couché ou retourné. Si le DDM doit être transporté d'un site à un autre, il faut contacter le service de maintenance Agilent Technologies pour obtenir des conseils sur l'emballage et l'expédition.

Réglage de la température de l'interface CPG/DDM depuis le CPG

Il est possible de régler la température de l'interface directement depuis le CPG. Pour les Agilent 7890A et 6890, régler la température Aux #2. Pour le 6850, utiliser le module de commande portatif et régler la température de la zone thermique auxiliaire. Pour les détails, consulter le manuel d'utilisation du CPG.

ATTENTION

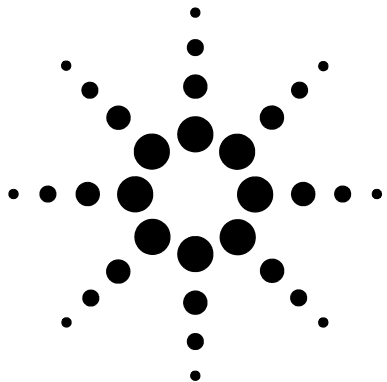
Ne jamais dépasser la température maximale autorisée pour la colonne.

ATTENTION

S'assurer que le gaz vecteur est ouvert et que la colonne a été purgée de l'air qu'elle contenait avant de chauffer l'interface CPG/DDM et le four du CPG.

Pour que la nouvelle consigne soit intégrée à la méthode en cours, il faut l'enregistrer en cliquant sur **Save** dans le menu "Method". Dans la négative, au prochain chargement d'une méthode, les points de consigne de cette même méthode remplaceront ceux qui auront été éventuellement entrés au clavier du CPG dans l'intervalle.

3 Fonctionnement en mode impact électronique (EI)



4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)

Instructions générales	102
L'interface CPG/DDM CI	103
Fonctionnement du DDM CI	105
Procédure de passage de la source EI à la source CI	106
Mise sous vide du DDM CI	107
Configuration du logiciel pour le fonctionnement en CI	108
Utilisation du module de régulation de débit de gaz réactif	110
Réglage du débit du gaz réactif méthane	113
Utilisation d'autres gaz réactifs	115
Procédure de passage de la source CI à la source EI	119
Réglage automatique en mode CI	120
Exécution d'un autoréglage en PCI (méthane seulement)	122
Exécution d'un autoréglage en NCI (gaz réactif méthane)	124
Vérification des performances en PCI	126
Vérification des performances en NCI	127
Surveillance de la pression du vide secondaire	128

Ce chapitre donne les informations et instructions nécessaires pour utiliser le DDM CI série 5975 en mode ionisation chimique (CI). La plupart des informations données dans le chapitre précédent restent valables.

Ce chapitre traite essentiellement de l'ionisation chimique avec le méthane, mais une partie est consacrée aux autres gaz réactifs.

Le logiciel contient les instructions pour régler le débit du gaz réactif et effectuer les autoréglages en CI. Le programme d'autoréglage fourni est capable d'effectuer le réglage de l'instrument en CI positive (PCI) avec le méthane comme gaz réactif et en CI négative (NCI) avec tous les types de gaz réactifs.



Instructions générales

- Toujours utiliser du méthane de la plus grande pureté (c'est valable aussi pour les autres gaz réactifs éventuellement utilisés). La pureté minimale du méthane est de 99,9995 %.
- Avant de mettre le système CPG/DDM en configuration CI, toujours vérifier qu'il fonctionne correctement en EI. Cf. "Vérification des performances du système", page 80
- Vérifier que la source CI et le cône d'étanchéité de l'interface CPG/DDM sont installés.
- Contrôler l'absence de fuite d'air sur le circuit du gaz réactif. Le contrôle est effectué en mode PCI en observant le signal à m/z 32, après le pré réglage du méthane.

L'interface CPG/DDM CI

L'interface CPG/DDM CI (Figure 26) est un guide chauffé, emprunté par la colonne capillaire et qui rejoint la source du DDM. Elle est boulonnée sur le côté droit de l'enceinte de l'analyseur, un joint torique assure l'étanchéité et elle est recouverte par une protection qui doit rester en place.

Une extrémité de l'interface passe à travers la paroi latérale du CPG et pénètre jusque dans le four. Elle est filetée afin de pouvoir y raccorder la colonne capillaire au moyen d'un écrou et d'une ferrule. L'autre extrémité de l'interface s'adapte sur la source d'ions. Les deux derniers 1 à 2 millimètres de colonne capillaire dépassent de l'extrémité du tube de guidage et émergent à l'intérieur de la chambre d'ionisation.

Le circuit du gaz réactif passe également par l'interface. L'extrémité de l'interface pénètre à l'intérieur de la chambre d'ionisation. Un cône d'étanchéité à ressort empêche le gaz réactif de fuir autour de l'extrémité de l'interface. Le gaz réactif traverse le corps de l'interface et se mélange avec le gaz vecteur et l'échantillon à l'intérieur de la source.

Une cartouche électrique chauffe l'interface CPG/DDM. Normalement, le chauffage de l'interface CPG/DDM est alimenté et régulé par la zone chauffée Aux #2 du CPG. Pour les CPG de la série 6850, le chauffage est raccordé à la zone chauffée auxiliaire. La température de l'interface est réglable depuis la Chemstation DDM ou depuis le chromatographe. Une sonde (thermocouple) permet de suivre la température de l'interface.

Cette interface est également utilisée pour le fonctionnement en EI des DDM CI.

La plage de température recommandée de l'interface est de 250 ° à 350 °C. Restriction : la température devrait toujours être légèrement plus élevée que la température maximale du four, mais ne doit *jamais* être plus élevée que la température maximale de la colonne.

Voir aussi

Cf. "Installation d'une colonne capillaire dans l'interface CPG/DDM", page 44.

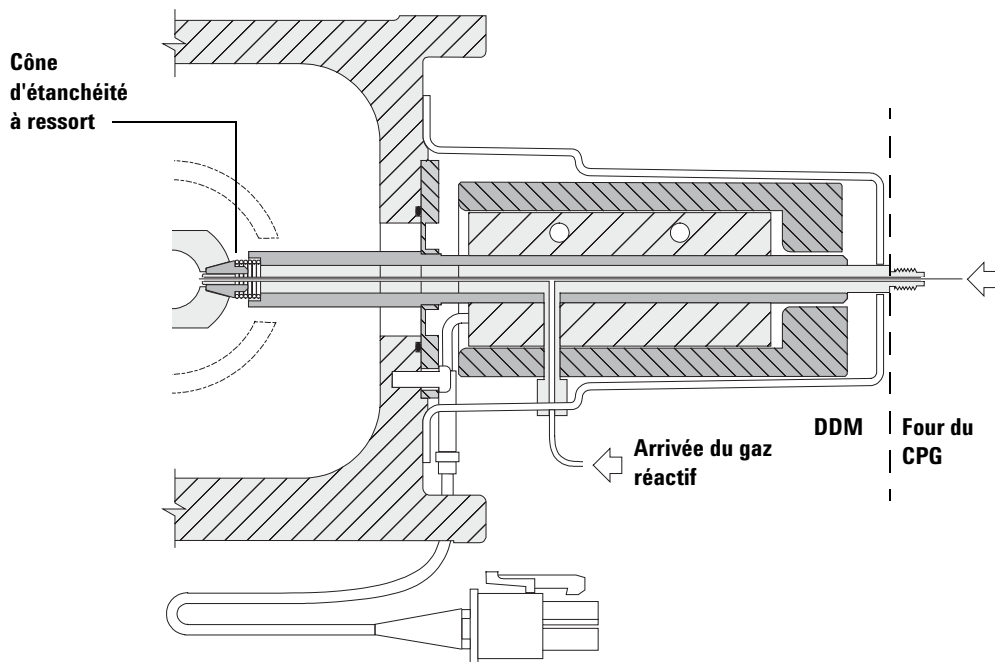
ATTENTION

Ne jamais dépasser la température maximale autorisée pour la colonne dans l'interface CPG/DDM, le four du CPG et l'injecteur.

4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)

AVERT.

L'interface CPG/DDM fonctionne à haute température. Tout contact avec l'interface chaude entraîne une brûlure.



L'extrémité de la colonne dépasse de 1 à 2 mm dans la chambre d'ionisation.

Figure 26 L'interface CPG/DDM CI

Fonctionnement du DDM CI

Il est un peu plus compliqué de faire fonctionner le DDM en mode CI qu'en mode EI. Après le réglage, le débit de gaz, la température de source (Tableau 15) et l'énergie des électrons peuvent nécessiter une optimisation en fonction de l'analyte.

Tableau 15 Températures pour le fonctionnement en CI

	Source	Quadripôle	Interface CPG/DDM
PCI	250 °C	150 °C	280 °C
NCI	150 °C	150 °C	280 °C

Démarrer le système en mode PCI

Le démarrage en PCI permet d'effectuer des tâches suivantes :

- Commencer par préparer le DDM pour le méthane, même si un autre gaz réactif doit être utilisé ensuite.
- Contrôler le cône d'étanchéité de l'extrémité de l'interface en suivant le rapport m/z 28 / 27 (dans le panneau de réglage du débit de méthane).
- Contrôler l'absence d'une fuite importante en suivant les ions à m/z 19 (eau protonée) et 32.
- Confirmer que le SM produit de "véritables" ions et non pas un simple bruit de fond.

Il est pratiquement impossible d'effectuer un quelconque diagnostic du système en NCI. En NCI, on ne peut observer aucun ion réactif. Il est difficile de diagnostiquer une fuite et difficile de vérifier que l'étanchéité entre l'interface et la chambre d'ionisation est correcte.

Procédure de passage de la source EI à la source CI

ATTENTION

Avant de passer le système en mode CI, toujours vérifier qu'il fonctionne correctement en EI.

Commencer par régler le DDM en PCI, même si la NCI doit être utilisée ensuite.

Procédure

- 1 Mettre le DDM à l'air. Cf. page 86.
- 2 Ouvrir l'enceinte de l'analyseur.
- 3 Déposer la source EI. Cf. page 138.

ATTENTION

Toute décharge statique sur les composants de l'analyseur est transmise à la carte latérale où elle peut endommager des composants sensibles. Porter un bracelet antistatique mis à la terre. Cf. "Décharge électrostatique", page 135. Prendre toutes les précautions anti-ESD **avant** d'ouvrir l'enceinte de l'analyseur.

- 4 Installer la source CI. Cf. page 146.
- 5 Installer le cône d'étanchéité de l'interface. Cf. page 147.
- 6 Refermer l'enceinte de l'analyseur.
- 7 Évacuer le DDM. Cf. page 107.

Mise sous vide du DDM CI

Pour effectuer cette tâche, il est également possible d'utiliser le tableau de commande local. Cf. "Exploitation du DDM depuis le tableau de commande local (LCP)", page 53.

Procédure

- 1 Suivre les instructions du DDM EI Cf. "Mise sous vide du DDM", page 95. Lorsque le logiciel invite l'utilisateur à mettre le chauffage de l'interface et le four du CPG en marche, effectuer les étapes ci-dessous.
- 2 Contrôler sur la jauge à vide (si elle est installée) que la pression descend.
- 3 Appuyer sur **Shutoff Valve** pour couper l'alimentation en gaz et les vannes d'arrêt.
- 4 Vérifier que le fichier de réglage **PCICH4.U** est chargé et accepter les températures de consigne.

Avant de passer en NCI, toujours contrôler les performances du système en mode PCI.

- 5 Régler la température de l'interface CPG/DDM à 280 °C.
- 6 Régler le débit **Gas A** à 20 %.
- 7 Laisser le système étuver avec ce balayage gazeux pendant au moins 2 heures. Pour travailler en NCI et obtenir la meilleure sensibilité, il vaut mieux laisser le système étuver pendant la nuit.

Configuration du logiciel pour le fonctionnement en CI

Procédure

- 1 Aller à la vue de réglage "Tune and Vacuum Control".
- 2 Dans le menu fichier, sélectionner la rubrique de chargement d'un fichier de réglage **Load Tune Values**.
- 3 Sélectionner le fichier **PCICH4.U**.
- 4 Si un Autotune CI n'a jamais été exécuté pour ce fichier, le logiciel invite l'utilisateur à répondre à une série de boîtes de dialogue. *À moins d'avoir de bonnes raisons de les changer, accepter les valeurs par défaut.*

Les valeurs de réglage ont un effet très important sur les performances du DDM. Toujours démarrer avec les valeurs par défaut pour le réglage de la CI, et effectuer ensuite les réglages spécifiques de l'application. Consulter le Tableau 16 pour connaître les valeurs par défaut de la boîte des limites des réglages.

NOTE

Ces limites ne sont utilisées que par l'Autotune. Il *ne faut pas* les confondre avec les paramètres saisis dans la boîte de dialogue d'édition des paramètres SM "Edit MS Parameters" ni avec ceux figurant sur le rapport de réglage.

Tableau 16 Valeurs par défaut des limites des réglages, utilisées par l'autoréglage CI seulement

Gaz réactif	Méthane		Isobutane		Ammoniac	
	Positive	Négative	Positive	Négative	Positive	Négative
Polarité des ions	Positive	Négative	Positive	Négative	Positive	Négative
Abondance cible	1x10 ⁶	1x10 ⁶	N/A	1x10 ⁶	N/A	1x10 ⁶
Largeur cible	0,6	0,6	N/A	0,6	N/A	0,6
Maximum repousseur	4	4	N/A	4	N/A	4
Courant d'émission max., µA	240	50	N/A	50	N/A	50
Énergie des électrons max., eV	240	240	N/A	240	N/A	240

Remarques sur le Tableau 16 :

- **N/A** - Non Applicable. En PCI, il ne se forme pas d'ions de PFDTD sauf avec le méthane, c'est pourquoi l'autoréglage CI n'est pas applicable à ces configurations.
- **Polarité des ions** - Toujours commencer par la PCI/méthane, puis basculer sur la polarité d'ions et le gaz réactif souhaités.
- **Abondance cible** - Régler plus ou moins fort pour obtenir la hauteur de signal souhaitée. Une hauteur de signal supérieure produit également un bruit de fond plus important. Ce paramètre est réglé pour l'acquisition des données en modifiant la tension EMV dans la méthode.
- **Largeur de pic cible** - La sensibilité augmente avec la largeur de pic tandis que la résolution diminue et vice versa.
- **Courant d'émission max.** - Le courant d'émission maximal optimal pour la NCI dépend énormément du composé à analyser et doit être choisi empiriquement. Pour les pesticides par exemple, le courant d'émission optimal se situe souvent autour de 200 µA.

4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)

Utilisation du module de régulation de débit de gaz réactif

Le débit des gaz réactifs est commandé par logiciel (Figure 27).

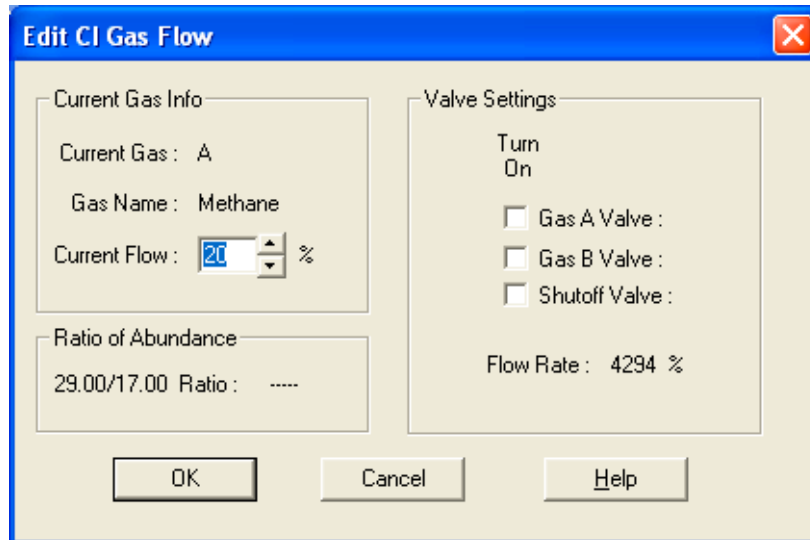


Figure 27 Régulation du débit de CI

Interprétation des réglages des vannes :

Gas A (ou B) Valve - Le débit (s'il y en avait) est d'abord coupé. Le système évacue les lignes de gaz pendant six minutes puis ouvre le gaz sélectionné (A ou B). Cela permet de réduire le mélange des différents gaz dans les lignes.

Shutoff Valve - Si cette vanne d'arrêt est sélectionnée, le système coupe le débit du gaz qui était ouvert auparavant et laisse la vanne d'isolement (Figure 28) ouverte. Cela permet d'évacuer les lignes de tout gaz résiduel. La durée d'évacuation type est de 6 minutes, ensuite la vanne d'isolement est fermée.

Le régulateur de débit conserve en mémoire la consigne de débit de chacun des gaz. Lorsqu'un gaz est sélectionné, la carte électronique régule automatiquement sur la consigne de débit utilisée la fois précédente.

Module de régulation de débit de gaz

Le module de régulation de débit de gaz réactif CI (Figure 28 et Tableau 17) régule le débit du gaz réactif qui s'écoule dans l'interface CPG/DDM CI. Le module de régulation est constitué d'un régulateur de débit massique (MFC), de vannes de sélection du gaz, d'une vanne d'admission du composé de référence CI, d'une vanne d'arrêt, de l'électronique de contrôle, et du circuit gazeux.

Le panneau arrière est équipé de deux raccords d'entrée Swagelok, l'un pour le méthane (**CH₄**) et l'autre (**OTHER**) pour un second gaz réactif. Le logiciel y fait respectivement référence sous les noms de **Gas A** et **Gas B**. Si le second gaz n'est pas utilisé, il faut obturer le raccord **OTHER** pour éviter une admission accidentelle d'air dans l'analyseur. Régler la pression d'entrée des gaz à une valeur de 170 à 205 kPa (25 à 30 psi).

La vanne d'arrêt empêche la contamination du module de régulation par l'air atmosphérique quand le DDM est mis à la pression atmosphérique ou par le PFTBA pendant le réglage en EI. Les fenêtres de surveillance du DDM interprètent **On** comme 1 et **Off** comme 0 (voir le tableau 17)

4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)

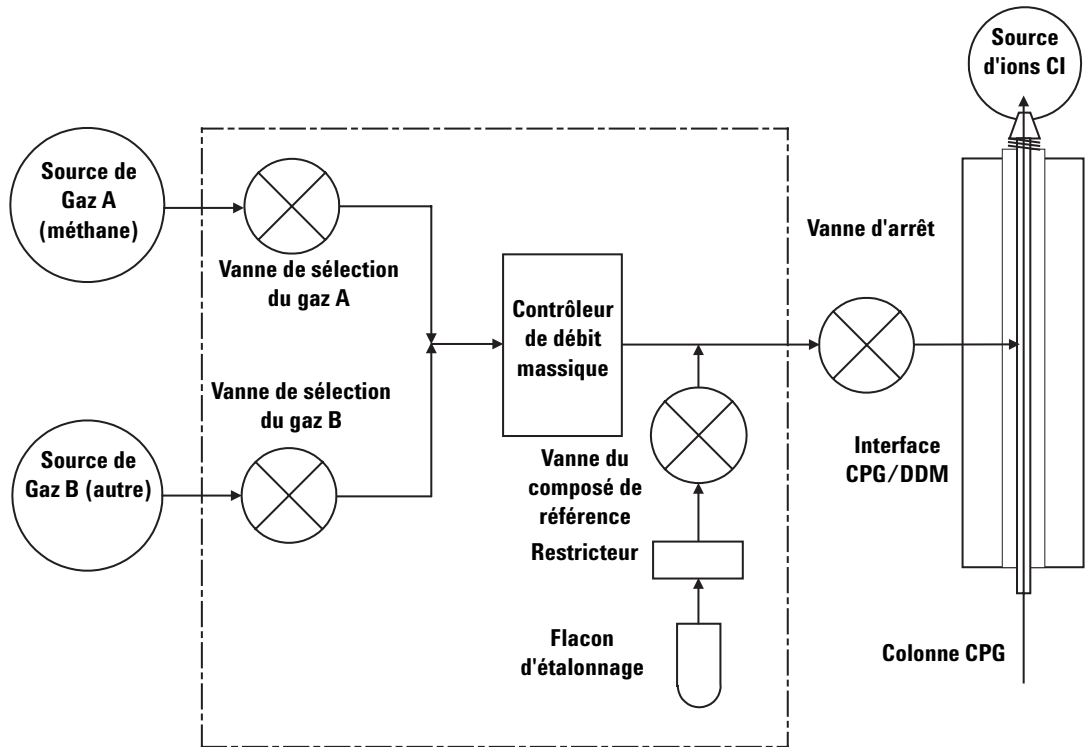


Figure 28 Schéma du module de régulation de débit des gaz de CI

Tableau 17 Tableau d'état du module de régulation de débit de gaz

Résultat	Débit gaz A	Débit gaz B	Balayage avec gaz A	Balayage avec gaz B	Évacuation du module de régulation	Mode Attente, à l'air, ou EI
Gaz A	On/Ouvert	Off/Fermé	On/Ouvert	Off/Fermé	Off/Fermé	Off/Fermé
Gaz B	Off/Fermé	On/Ouvert	Off/Fermé	On/Ouvert	Off/Fermé	Off/Fermé
Mass flow controller	On/Ouvert → consigne	On/Ouvert → consigne	On/Ouvert → 100 %	On/Ouvert → 100 %	On/Ouvert → 100 %	Off/Fermé → 0 %
Vanne d'arrêt	On/Ouverte	On/Ouverte	On/Ouverte	On/Ouverte	On/Ouverte	Off/Fermée

Réglage du débit du gaz réactif méthane

Le débit de gaz réactif doit être réglé pour obtenir une stabilité maximale avant de commencer le réglage du système CI. Effectuer le réglage *initial* avec le méthane en mode ionisation chimique positive (PCI). Aucune procédure de réglage n'est disponible en NCI, car aucun ion de gaz réactif ne se forme.

Le réglage du débit du méthane de réaction se décompose en trois étapes : réglage initial du débit, préréglage sur les ions de gaz réactif, réglage fin du débit pour stabiliser les rapports des ions réactifs, pour le méthane, m/z 28/27.

Le système de données guide l'utilisateur au fil des étapes de la procédure de réglage.

ATTENTION

Lorsque la source EI est remplacée par la source CI ou que le système est mis à la pression atmosphérique pour toute autre raison, il faut étuver le DDM pendant au moins deux heures avant d'effectuer tout réglage.

Procédure

- 1 Sélectionner le **Gas A**. Suivre les instructions et les invites de l'assistant de réglage "Tune Wizard".
- 2 Régler le débit à 20 % pour les DDM PCI/NCI.
- 3 Vérifier sur le contrôleur de jauge à vide que la pression est correcte. Cf. page 128.
- 4 Sélectionner la rubrique de préréglage **Methane Pretune** dans le menu d'initialisation du réglage "Setup".

Le préréglage méthane règle l'instrument pour obtenir un rapport optimal des ions réactifs m/z 28/27 provenant du méthane.

- 5 Observer l'affichage des profils d'ions du gaz réactif (Figure 29).
 - Contrôler qu'il n'y a pas de pic visible à m/z 32. La présence d'un pic indique une fuite d'air. Si un tel pic est présent, il faut localiser et remédier à la fuite avant de poursuivre. Faire fonctionner le DDM en mode CI avec une fuite d'air contamine très rapidement la source.
 - Vérifier que le pic à m/z 19 (eau protonée) est inférieur à 50 % du pic à m/z 17.
- 6 Effectuer le réglage de débit du méthane.

4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)

ATTENTION

Poursuivre l'autoréglage CI en cas de fuite d'air dans le DDM ou bien de signal d'eau important entraîne une contamination **sévère** de la source. Si cela se produit, il est nécessaire de **mettre le DDM à l'air** et de **nettoyer la source**.

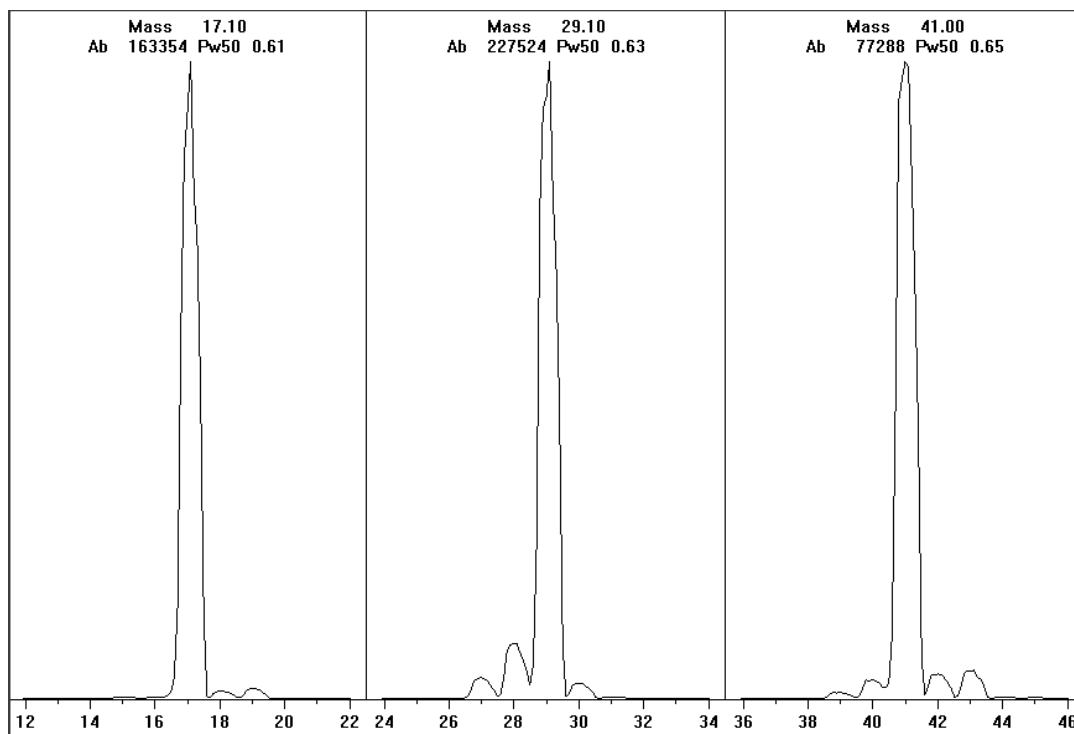


Figure 29 Profils des ions du gaz réactif

Préréglage du méthane après plus d'une journée d'étuvage

Remarquer la faible abondance à m/z 19 et l'absence de tout pic visible à m/z 32. Au démarrage, un DDM présente plus d'eau que sur cet exemple, mais l'abondance à m/z 19 doit tout de même être inférieure à 50 % de l'abondance à m/z 17.

Utilisation d'autres gaz réactifs

Cette rubrique décrit l'utilisation de l'isobutane et de l'ammoniac comme gaz réactif. Il faut être familiarisé avec le fonctionnement des DDM série 5975 équipés de la CI avec le méthane avant de tenter d'utiliser d'autres gaz réactifs.

ATTENTION

Ne pas utiliser de protoxyde d'azote (oxyde nitreux) comme gaz réactif. Ce gaz réduit radicalement la longévité du filament.

En passant du méthane à l'isobutane ou à l'ammoniac, on modifie les processus chimiques d'ionisation et on obtient des ions différents. Les principales réactions d'ionisation chimique sont abordées dans l'*Annexe A*, "Ionisation chimique". Il est conseillé aux utilisateurs peu expérimentés de revoir ce chapitre avant de commencer.

ATTENTION

On ne peut pas faire toutes les tâches de préparation dans tous les modes avec tous les gaz réactifs. Pour plus de détails, consulter le Tableau 18.

4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)

Tableau 18 Gaz réactifs

Gaz réactif/mode	Masse des ions réactifs	PFDTD ions de référence	Ions régl. du débit : Rapport DDM EI/PCI/NCI Pompe turbo "performance" Débit recommandé : 20 % en PCI 40 % en NCI
PCI/Méthane	17, 29, 41*	41, 267, 599	28/27: 1,5 – 5,0
NCI/Méthane	17, 35, 235†	185, 351, 449	N/A
PCI/Isobutane	39, 43, 57	N/A	57/43: 5,0 – 30,0
NCI/Isobutane	17, 35, 235	185, 351, 449	N/A
PCI/Ammoniac	18, 35, 52	N/A	35/18: 0,1 – 1,E0
NCI/Ammoniac	17, 35, 235	185, 351, 517	N/A

* Il ne se forme pas d'ions de PFDTD sauf avec le méthane. Effectuer le réglage avec le méthane et utiliser les mêmes paramètres pour les autres gaz.

† Il ne se forme pas d'ions réactifs **negatifs**. Pour le pré-réglage en mode négatif, utiliser un ion du bruit de fond. 17 (OH-), 35 (Cl-) et 235 (ReO3-). Ces ions ne peuvent pas être utilisés pour régler le débit du gaz réactif. Régler le débit à 40 % en NCI et le retoucher ensuite pour obtenir des résultats convenables dans l'application.

CI/Isobutane

L'isobutane (C₄H₁₀) est utilisé couramment lorsqu'on veut diminuer la fragmentation dans le spectre d'ionisation chimique. L'affinité protonique de l'isobutane, supérieure à celle du méthane en est la cause. Par conséquent, le transfert d'énergie de la réaction d'ionisation est moindre.

L'adduction et le transfert de proton sont les mécanismes d'ionisation les plus souvent invoqués avec l'isobutane. L'échantillon lui-même détermine le mécanisme prédominant.

CI/ammoniac

L'ammoniac (NH_3) est couramment utilisé pour l'ionisation chimique lorsqu'on veut diminuer la fragmentation dans le spectre d'ionisation chimique. L'affinité protonique de l'ammoniac, supérieure à celle du méthane en est la cause. Par conséquent, le transfert d'énergie de la réaction d'ionisation est moindre.

Étant donné que de nombreux composés analysés ont une affinité protonique insuffisante, les spectres d'ionisation chimique obtenus avec l'ammoniac résultent souvent de l'adduction d'un ion NH_4^+ et dans certains cas d'une perte d'eau consécutive à cette adduction. Les spectres des ions réactifs de l'ammoniac montrent des ions principaux à m/z 18, 35, et 52, correspondant à NH_4^+ , $\text{NH}_4(\text{NH}_3)^+$, et $\text{NH}_4(\text{NH}_3)_2^+$.

Pour régler votre DDM pour l'ionisation chimique avec l'isobutane ou l'ammoniac, suivre la procédure ci-dessous :

Procédure

- 1 Effectuer d'abord un réglage automatique standard en PCI/Méthane et PFDTD à partir de la vue de réglage "Tune and Vacuum Control".
- 2 Dans le menu d'initialisation du réglage "Setup", cliquer sur l'assistant de réglage **CI Tune Wizard** et à l'invite, sélectionner le gaz réactif souhaité : **Isobutane** ou **Ammonia**. Cela adapte les menus au gaz choisi et sélectionne automatiquement les conditions de réglage par défaut correspondantes.
- 3 Sélectionner **Gas B**. Suivre les instructions et les invites de l'assistant et régler le débit à 20 %.

Si un fichier existant est utilisé, il faut le sauvegarder sous un autre nom pour ne pas remplacer les valeurs existantes par de nouvelles valeurs. Accepter la température par défaut et les autres réglages.

- 4 Dans le menu de réglage, régler le débit du gaz réactif en cliquant sur **Isobutane** (ou **Ammonia**) **Flow Adjust**.

En PCI, il n'y a pas d'autoréglage en CI/isobutane ni CI/ammoniac.

Pour effectuer des analyses en NCI avec l'isobutane ou l'ammoniac, charger le fichier **NCICH4.U** ou un fichier existant de réglage NCI pour le gaz choisi.

4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)

NOTE

Nous recommandons très vivement la lecture de la note d'application suivante : *"Implementation of Ammonia Reagent Gas for Chemical Ionization on the Agilent 5975 Series MSDs"* (Mise en œuvre de l'ionisation chimique à l'ammoniac sur les DDM Agilent série 5975), réf. 5989-5170EN.

ATTENTION

L'utilisation de l'ammoniac a une influence sur les périodicités de maintenance du DDM. Pour plus d'informations, Cf. "Maintenance CI", page 143.

ATTENTION

La pression d'alimentation en ammoniac doit être inférieure à 35 kPa (5 psig). Une pression plus élevée pourrait entraîner une condensation de l'ammoniac.

S'assurer que la bouteille d'ammoniac est toujours placée verticalement et au-dessous du niveau du module de régulation. Faire quelques spires verticales avec le tube d'alimentation en ammoniac en l'enroulant autour d'une boîte ronde ou d'une bouteille. Cela évitera que de l'ammoniac liquéfié parvienne jusqu'au module de régulation.

L'ammoniac attaque l'huile de la pompe primaire et les joints. L'utilisation de la CI/Ammoniac nécessite un entretien plus fréquent du système de vide. Consulter le Manuel de maintenance préventive et corrective du DDM série 5975 intitulé "5975 Series MSD Troubleshooting and Maintenance Manual".

ATTENTION

L'utilisation quotidienne d'ammoniac pendant plus de cinq heures nécessite de faire tourner la pompe primaire avec un balayage d'air (lest d'air) au moins une heure par jour pour prévenir la détérioration accélérée des joints. Il faut toujours purger le DDM avec du méthane après avoir utilisé l'ammoniac.

On utilise fréquemment un mélange de 5 % d'ammoniac et 95 % d'hélium ou 5 % d'ammoniac et 95 % de méthane comme gaz réactif de CI. Il y a alors suffisamment d'ammoniac pour permettre une bonne ionisation chimique tout en réduisant les effets négatifs.

Dioxyde de carbone CI

Le dioxyde de carbone est souvent utilisé comme gaz réactif en CI. Il possède des avantages évidents en termes de disponibilité et de sécurité.

Procédure de passage de la source CI à la source EI

Procédure

- 1 Mettre le DDM à la pression atmosphérique depuis la vue de réglage "Tune and Vacuum Control". Cf. page 86. Le logiciel invite l'utilisateur à effectuer les actions nécessaires.
- 2 Ouvrir l'enceinte de l'analyseur.
- 3 Sortir le cône d'étanchéité CI de l'interface. Cf. page 147.
- 4 Déposer la source CI. Cf. page 146.
- 5 Installer la source EI. Cf. page 140.
- 6 Placer la source CI et le cône d'étanchéité dans la boîte de stockage.
- 7 Évacuer le DDM. Cf. page 95.
- 8 Charger le fichier de réglage EI.

ATTENTION

Toujours porter des gants propres pour manipuler l'analyseur ou toute autre pièce normalement placée à l'intérieur de l'enceinte de l'analyseur.

ATTENTION

Toute décharge statique sur les composants de l'analyseur est transmise à la carte latérale où elle peut endommager des composants sensibles. Porter un bracelet antistatique relié à la terre et prendre les précautions anti-ESD recommandées **avant** de toucher les composants de l'analyseur. Cf. page 135.

Réglage automatique en mode CI

Après avoir réglé le débit de gaz réactif, il faut régler les lentilles et l'électronique du DDM (Tableau 19). Le Perfluoro- 5,8- diméthyl- 3,6,9- trioxidodécane (PFDTD) est utilisé comme composé de référence. Au lieu d'envoyer du PFDTD dans l'ensemble de l'enceinte, on l'introduit correctement dans la chambre d'ionisation par l'interface CPG/DDM au moyen du module de régulation des débits.

ATTENTION

Lorsque la source EI est remplacée par la source CI ou que le système est mis à la pression atmosphérique pour toute autre raison, il faut étuver le DDM pendant au moins deux heures avant d'effectuer tout réglage. Un étuvage prolongé est recommandé avant d'analyser des échantillons demandant une optimisation de la sensibilité.

L'autoréglage en PCI est disponible uniquement avec le méthane car avec les autres gaz le PFDTD ne produit pas d'ions en mode PCI. Les ions PFDTD sont visibles en NCI avec tous les gaz réactifs. Quel que soit le gaz réactif que l'on souhaite utiliser pour l'analyse, il faut toujours effectuer un réglage préalable en PCI avec le méthane.

Il n'y a pas de critères de performance du réglage. Si le programme d'autoréglage se termine, il est réputé réussi.

Si la tension du multiplicateur "EMVolts" est au-dessus de 2 600 V, il y a néanmoins un problème. Si la méthode nécessite de régler le multiplicateur d'électrons à une tension "EMVolts" de "+400" la sensibilité de l'acquisition peut s'avérer insuffisante.

ATTENTION

Avant de passer le système en mode CI, toujours vérifier qu'il fonctionne correctement en EI. Cf. page 80. Commencer par régler le DDM en PCI, même si la NCI doit être utilisée ensuite.

Tableau 19 Réglages du gaz réactif

Gaz réactif	Méthane		Isobutane		Ammoniac		EI
Polarité des ions	Positive	Négative	Positive	Négative	Positive	Négative	N/A
Émission	150 µA	50 µA	150 µA	50 µA	150 µA	50 µA	35 µA
Énergie des électrons	150 eV	150 eV	150 eV	150 eV	150 eV	150 eV	70 eV
Filament	1	1	1	1	1	1	1 ou 2
Repousseur	3 V	3 V	3 V	3 V	3 V	3 V	30 V
Lentille de focalisation des ions	130 V	130 V	130 V	130 V	130 V	130 V	90 V
Décalage de la lentille d'entrée	20 V	20 V	20 V	20 V	20 V	20 V	25 V
EMVolts	1200	1400	1200	1400	1200	1400	1300
Vanne d'arrêt	Ouverte	Ouverte	Ouverte	Ouverte	Ouverte	Ouverte	Fermée
Gaz sélectionné	A	A	B	B	B	B	Aucun
Débit conseillé	20%	40%	20%	40%	20%	40%	N/A
Temp source	250 °C	150 °C	250 °C	150 °C	250 °C	150 °C	230 °C
Temp Quad	150 °C	150 °C	150 °C	150 °C	150 °C	150 °C	150 °C
Temp interface	280 °C	280 °C	280 °C	280 °C	280 °C	280 °C	280 °C
Autoréglage	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Oui

N/A Non Applicable

Exécution d'un autoréglage en PCI (méthane seulement)

ATTENTION

Avant de passer le système en mode CI, toujours vérifier qu'il fonctionne correctement en EI. Cf. page 80. Commencer par régler le DDM en PCI, même si la NCI doit être utilisée ensuite.

Procédure

- 1 Commencer par vérifier que le DDM fonctionne correctement en mode EI. Cf. page 80.
- 2 Charger le fichier de réglage **PCICH4.U** (ou un autre fichier de réglage existant pour le gaz réactif utilisé).

Si un fichier existant est utilisé, il faut le sauvegarder sous un autre nom pour ne pas remplacer les valeurs existantes par de nouvelles valeurs.
- 3 Accepter les valeurs par défaut.
- 4 Effectuer le réglage pour le méthane. Cf. page 113.
- 5 Dans le menu de réglage "Tune", cliquer sur **CI Autotune**.

ATTENTION

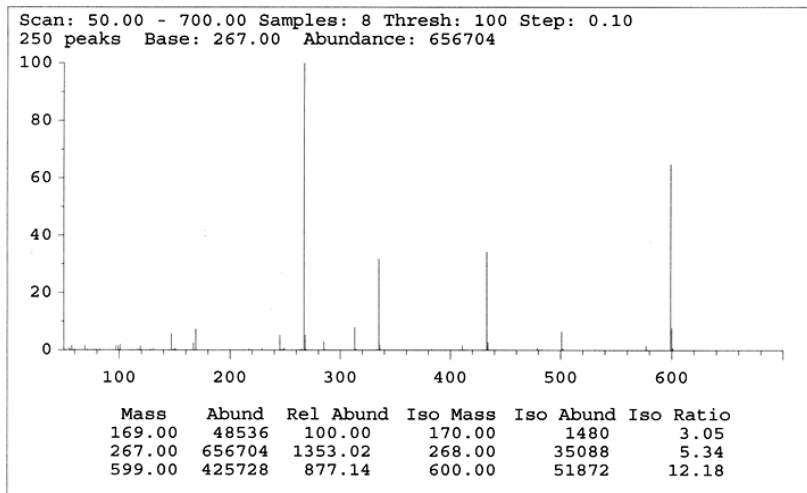
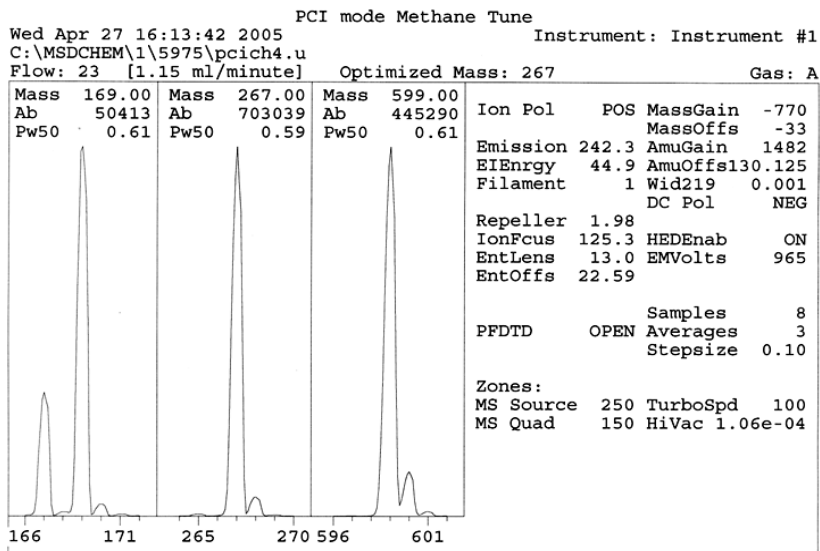
Éviter de régler l'appareil plus souvent que le strict nécessaire. Cela permet de réduire le bruit de fond de PFDTD et d'éviter une contamination inutile de la source.

Il n'y a pas de critères de performance du réglage. Si le programme d'autoréglage se termine, il est réputé réussi (Figure 30). Si le réglage aboutit à une tension de multiplicateur d'électrons (EMVolts) égale ou supérieure à 2 600 V, il est possible que les données ne soient pas acquises correctement si la méthode indique qu'il faut régler le multiplicateur à une tension EMVolts "+400" ou plus.

Le rapport d'autoréglage donne des informations concernant la présence d'air et d'eau dans le système.

Le rapport 19/29 indique l'abondance de l'eau.

Le rapport 32/29 indique l'abondance de l'oxygène.



CI Reagent Ions: 17/29 Ratio: 0.43 19/29 Ratio: 0.09 32/29 Ratio: 0.00
 28/27 Ratio: 4.0 28/29 Ratio: 0.08
 41/29 Ratio: 0.36 29 Abundance: 1223168 counts

Figure 30 Autoréglage PCI

Exécution d'un autoréglage en NCI (gaz réactif méthane)

ATTENTION

Avant de passer le système en mode CI, toujours vérifier qu'il fonctionne correctement en EI. Cf. page 80. Toujours commencer par configurer le DDM CI en PCI/Méthane, même si un gaz réactif différent ou le mode NCI doivent être utilisés ensuite.

Procédure

- 1 Depuis la vue de réglage "Tune and Vacuum Control", charger le fichier **NCICH4.U** (ou un autre fichier de réglage existant pour le gaz réactif utilisé).
- 2 Dans le menu d'initialisation du réglage "Setup", sélectionner l'assistant de réglage **CI Tune Wizard** et se laisser guider par le programme.

Accepter la température par défaut et les autres réglages.

Si un fichier existant est utilisé, il faut le sauvegarder sous un autre nom pour ne pas remplacer les valeurs existantes par de nouvelles valeurs.

- 3 Dans le menu de réglage "Tune", cliquer sur **CI Autotune**.

ATTENTION

Éviter de régler l'appareil plus souvent que le strict nécessaire. Cela permet de réduire le bruit de fond de PFDTD et d'éviter une contamination inutile de la source.

Il n'y a pas de critères de performance du réglage. Si le programme d'autoréglage se termine, il est réputé réussi (Figure 31). Si le réglage aboutit à une tension de multiplicateur d'électrons (EMVolts) égale ou supérieure à 2 600 V, il est possible que les données ne soient pas acquises correctement si la méthode indique qu'il faut régler le multiplicateur à une tension EMVolts "+400" ou plus.

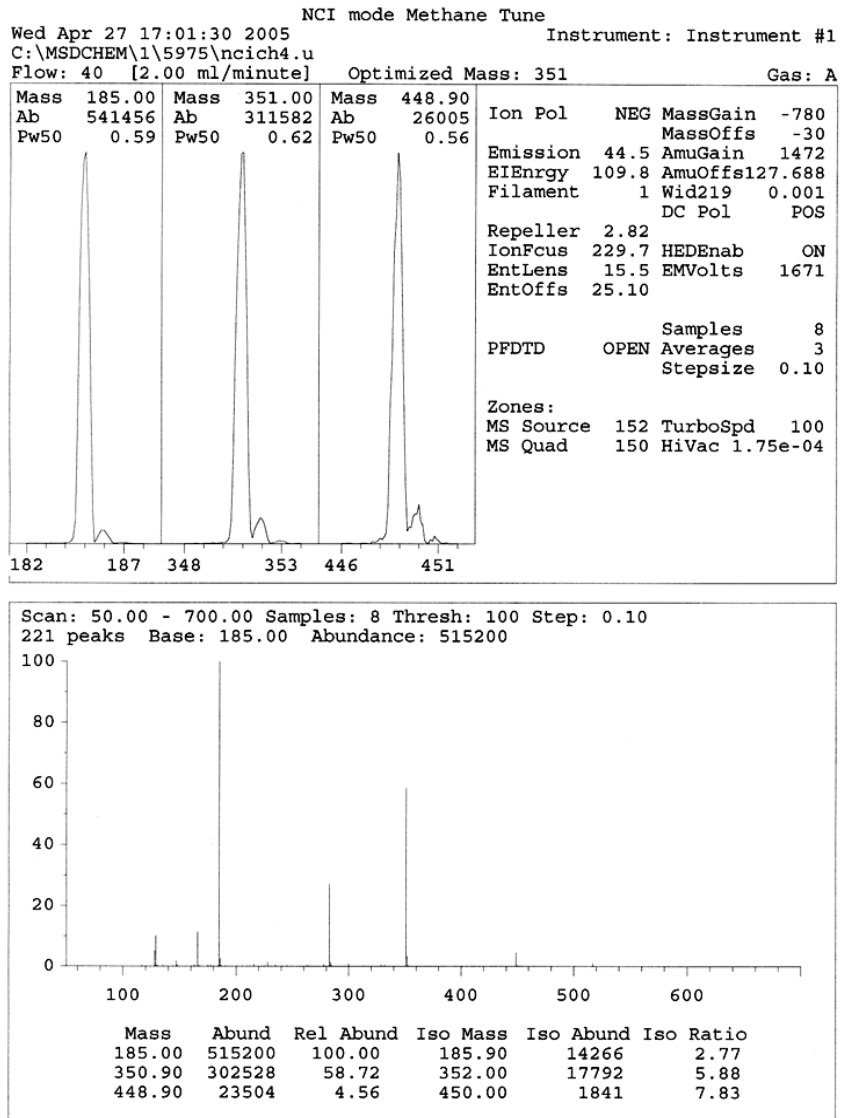


Figure 31 Autoréglage NCI

Vérification des performances en PCI

Fournitures nécessaires

- Benzophénone, 100 pg/μl (8500- 5440)

ATTENTION

Avant de passer le système en mode CI, toujours vérifier qu'il fonctionne correctement en EI. Cf. page 80. Commencer par régler le DDM en PCI, même si la NCI doit être utilisée ensuite.

Procédure

- 1 Commencer par vérifier que le DDM fonctionne correctement en mode EI.
- 2 S'assurer que le fichier de réglage **PCICH4.U** est chargé.
- 3 Sélectionner **Gas A** et régler le débit à 20 %.
- 4 Configurer le DDM en CI depuis la vue de réglage "Tune and Vacuum Control". Cf. page 120.
- 5 Exécuter l'autoréglage CI. Cf. page 120.
- 6 Exécuter la méthode de mesure de la sensibilité PCI **BENZ_PCI.M** avec 1 μl de benzophénone à 100 pg/μl.
- 7 Vérifier que le système est conforme aux spécifications de sensibilité publiées. Les spécifications sont disponibles sur le site Web Agilent à l'adresse www.agilent.com/chem.

Vérification des performances en NCI

Cette procédure concerne *uniquement* les DDM EI/PCI/NCI.

Fournitures nécessaires

- Octafluoronaphtalène (OFN), 100 fg/μl (5188- 5347)

ATTENTION

Avant de passer le système en mode CI, toujours vérifier qu'il fonctionne correctement en EI. Cf. page 80. Commencer par régler le DDM en PCI, même si la NCI doit être utilisée ensuite.

Procédure

- 1 Commencer par vérifier que le DDM fonctionne correctement en mode EI.
- 2 Charger le fichier de réglage **PCICH4.U** et accepter les températures de consigne.
- 3 Sélectionner **Gas A** et régler le débit à 40 %.
- 4 Lancer un autoréglage CI depuis la vue de réglage "Tune and Vacuum Control". Cf. page 124.

Remarquer qu'il n'existe pas de critères de "réussite" de l'autoréglage en CI. Si le programme d'autoréglage se termine, il est réputé réussi.

- 5 Exécuter la méthode de mesure de la sensibilité NCI : OFN_NCI.M avec 2 μL d'OFN à 100 fg/μl.
- 6 Vérifier que le système est conforme aux spécifications de sensibilité publiées. Les spécifications sont disponibles sur le site Web Agilent à l'adresse www.agilent.com/chem.

Surveillance de la pression du vide secondaire

AVERT.

Si le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène et qu'il existe une possibilité que de l'hydrogène se soit accumulé dans l'enceinte, ne pas allumer la microjauge à ionisation. Lire la rubrique Cf. "Hydrogène et sécurité", page 21 avant de faire fonctionner le DDM avec de l'hydrogène comme gaz vecteur.

Procédure

- 1 Démarrer et évacuer le DDM. Cf. page 107.
- 2 Depuis la vue de réglage "Tune and Vacuum Control", sélectionner la rubrique de fermeture de la vanne à vide **Turn Vacuum Gauge on/off** du menu du vide "Vacuum".
- 3 La vue de commande de l'instrument "Instrument Control" permet de surveiller la pression en configurant une fenêtre de surveillance "MS Monitor". Il est également possible de lire la pression sur le LCP ou l'écran de réglage manuel "Manual Tune".

Le contrôleur de jauge ne s'allume pas tant que la pression de l'enceinte DDM est au-dessus d'environ 8×10^{-3} torr. Le contrôleur de jauge est étalonné pour l'hydrogène, cependant toutes les pressions indiquées dans ce manuel sont des pressions d'hélium.

C'est le débit de gaz vecteur (colonne) qui a la plus grande influence sur la pression de travail. Le Tableau 20 donne les pressions- types pour différentes valeurs du débit. La valeur de ces pressions est approximative et varie d'un instrument à l'autre.

Pressions-types observées

Utilisation de la microjauge à vide à ionisation G3397A. Remarquer que le régulateur de débit massique est étalonné pour le méthane et que la jauge à vide est étalonnée pour l'azote, ces mesures ne sont donc pas précises, mais sont une indication utile pour apprécier les pressions-types observées (Tableau 20). Elles ont été relevées dans les conditions suivantes. Remarquer qu'il s'agit de températures-types de PCI :

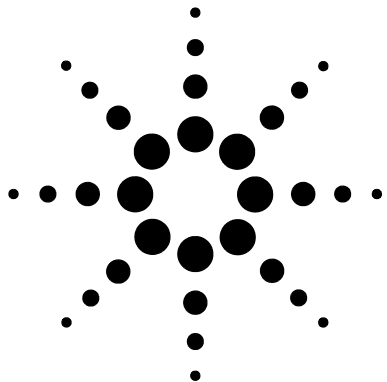
Température de la source	250 °C
Température du quadripôle	150 °C
Température d'interface	280 °C
Débit de gaz vecteur hélium	1 ml/min

Tableau 20 Débit et pression lus

MFC (%)	Pression (torr)	
	Méthane	Ammoniac
	DDM EI/PCI/NCI (pompe turbo "performance")	DDM EI/PCI/NCI (pompe turbo "performance")
10	$5,5 \times 10^{-5}$	$5,0 \times 10^{-5}$
15	$8,0 \times 10^{-5}$	$7,0 \times 10^{-5}$
20	$1,0 \times 10^{-4}$	$8,5 \times 10^{-5}$
25	$1,2 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$
30	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$
35	$2,0 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-4}$
40	$2,5 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-4}$

Il faut se familiariser avec les mesures de son *propre* système, dans des conditions normales de fonctionnement et surveiller les *modifications* qui peuvent indiquer un problème de vide ou de débit gazeux. Les mesures varient normalement de 30 % d'un DDM et contrôleur de jauge à l'autre.

4 Utilisation en mode ionisation chimique (CI)



5 Maintenance courante

Avant de commencer... 132

Maintenance du système de vide 137

Avant de commencer...

L'utilisateur peut effectuer lui-même une grande partie de la maintenance du DDM. Pour sa sécurité, l'utilisateur doit lire attentivement et complètement cette introduction avant d'entreprendre quelque intervention que ce soit.

Maintenance planifiée

Les travaux d'entretien courant sont répertoriés dans le Tableau 21. Le respect du calendrier d'entretien permet d'éviter certains problèmes de fonctionnement, d'allonger la durée de vie du système, et d'en réduire le coût d'exploitation.

Conserver un journal des performances du système (rapports de réglage) et des travaux de maintenance exécutés. Cela facilite l'identification des comportements anormaux et la mise en place des actions correctives.

Tableau 21 Calendrier de maintenance

Tâche	Hebdomadaire	Semestrielle	Annuelle	Selon besoin
Réglage du DDM				X
Contrôle du niveau d'huile de pompe primaire	X			
Contrôle du (des) flacon(s) de référence		X		
Remplacement de l'huile de pompe primaire*		X		
Remplacement de l'huile de pompe à diffusion			X	
Contrôle de la pompe primaire sèche			X	
Nettoyage de la source				X
Contrôle du (des) piège(s) du gaz vecteur du CPG et du DDM				X
Remplacement des pièces usées				X
Lubrification de la plaque latérale et des joints toriques de la vanne de mise à l'air†				X
Remplacement de l'alimentation en gaz réactif Cl				X
Remplacement des alimentations en gaz CPG				X

* Trimestriellement pour les DDM avec Cl/Ammoniac.

† Il ne faut pas lubrifier les joints sauf ceux de la plaque latérale et de la vanne de mise à l'air. La lubrification des autres joints pourrait empêcher un fonctionnement correct.

Outillage, pièces de rechange et fournitures

Certains des outils, des pièces détachées et des fournitures nécessaires sont inclus dans les kits d'entretien livrés avec le CPG, le DDM ou les outils du DDM. Les autres sont à la charge de l'utilisateur. Chaque procédure de maintenance comprend la liste des matériels nécessaires à cet effet.

Précautions avec les hautes tensions

Lorsque le DDM est raccordé au secteur, même avec l'interrupteur en position arrêt, les points suivants sont portés à des tensions potentiellement dangereuses (120 VCA ou 200/240 VCA) :

- câblage et fusibles entre le point d'entrée du cordon secteur et l'interrupteur de mise en marche

Lorsque l'interrupteur est en position de marche, il existe aussi des tensions dangereuses sur :

- les cartes électroniques,
- le transformateur torique,
- les fils reliant les cartes entre elles,
- fils de liaisons et câbles entre ces cartes et les connecteurs du panneau arrière du DDM,
- certains connecteurs du panneau arrière (par exemple, la prise femelle de branchement de la pompe primaire).

Normalement, toutes ces parties sont protégées par des capots. Avec les capots en place, il devrait être assez difficile d'entrer en contact accidentellement avec ces tensions dangereuses.

AVERT.

Ne pas entreprendre de maintenance une fois le DDM en marche ni lorsque le cordon secteur est branché sauf dans le cadre des instructions des procédures décrites dans ce chapitre.

Certaines des procédures décrites ici nécessitent d'accéder à l'intérieur du DDM avec l'interrupteur en position marche. Les capots de protection de l'électronique doivent rester en place car aucune de ces procédures ne nécessite de les retirer. Pour réduire les risques d'électrocution, suivre les procédures scrupuleusement.

Températures dangereuses

De nombreuses parties du CPG/DDM fonctionnent ou sont portées à des températures suffisamment hautes pour provoquer de graves brûlures. En voici une liste non exhaustive :

- Interface CPG/DDM
- Pièces de l'analyseur
- Pompes à vide

AVERT.

Ne jamais toucher les pièces concernées tandis que le DDM est en marche. Une fois que le DDM est arrêté, attendre qu'elles refroidissent suffisamment longtemps pour pouvoir être manipulées.

AVERT.

Le chauffage de l'interface CPG/DDM est alimenté par une zone thermique du CPG. Le chauffage de l'interface peut être alimenté et atteindre une température dangereuse très élevée même si le DDM est arrêté. L'interface CPG/DDM est bien isolée. Elle refroidit très lentement après avoir été coupée.

AVERT.

En touchant la pompe primaire en fonctionnement, on risque de se brûler. Elle est équipée d'un capot de sécurité qui empêche de l'atteindre.

Les injecteurs et le four du CPG fonctionnent également à des températures très élevées. Agir avec la même circonspection avec ces organes. Pour plus d'informations, consulter la documentation fournie avec le CPG.

Résidus chimiques

Seule une petite partie de l'échantillon est ionisée dans la source. La plus grande partie de tous les échantillons traverse la source sans être ionisée. Ils sont évacués par le système de vide. En conséquence, ce qu'il reste du gaz vecteur et des échantillons se retrouve dans le conduit d'évacuation de la pompe primaire. Un brouillard d'huile de pompe primaire s'échappe également par son conduit d'évacuation.

Un piège à huile est fourni avec la pompe primaire standard. Ce piège récupère *seulement* les gouttelettes d'huile en suspension. Il *ne peut pas* retenir les autres produits chimiques. Pour l'analyse de solvants et d'échantillons toxiques, il ne faut pas utiliser ce piège à huile. Pour toutes les pompes primaires, il faut installer un tuyau d'évacuation qui relie la pompe à l'extérieur directement ou via une hotte aspirante. Pour la pompe primaire standard, l'installation de ce tuyau nécessite de retirer le piège. Vérifier que l'installation est conforme à la réglementation locale sur la qualité de l'air.

AVERT.

Le piège fourni avec la pompe primaire standard ne retient que l'huile de pompe primaire. Il ne piège ni ne filtre les produits chimiques toxiques. Pour l'analyse de solvants et d'échantillons toxiques, il faut retirer ce piège à huile. Ne pas utiliser ce piège avec DDM CI. Mettre un tuyau d'évacuation en place rejoignant l'extérieur ou une hotte aspirante.

Les fluides que contiennent la pompe à diffusion ou la pompe primaire standard concentrent également des traces des échantillons analysés. Tout fluide de pompe usagé doit être considéré comme potentiellement dangereux et manipulé en conséquence. Se débarrasser des fluides usagés dans le respect de la réglementation locale.

AVERT.

Pour remplacer le fluide d'une pompe, mettre des gants résistant aux produits chimiques concernés et des lunettes de sécurité. Éviter d'entrer en contact direct avec le fluide.

Décharge électrostatique

Toutes les cartes électroniques du DDM contiennent des composants qui peuvent être endommagés par décharge électrostatique (ESD). Ne pas manipuler ni toucher les cartes sauf en cas de nécessité absolue. En outre les fils, les câbles et autres points de contacts sont susceptibles de véhiculer les décharges électrostatiques jusqu'aux cartes auxquelles ils sont reliés. C'est particulièrement vrai des fils de contact du filtre de masse (quadripôle) qui peuvent conduire les décharges aux composants sensibles de la carte latérale. Les dégâts provoqués par l'ESD n'engendreront pas forcément une panne immédiate, mais une diminution graduelle des performances et de la stabilité du DDM.

5 Maintenance courante

Pour travailler sur ou à proximité de cartes électroniques sur des composants avec des fils, des contacts, des câbles reliés à des cartes, toujours porter un bracelet antistatique et prendre toute mesure préventive applicable. Le bracelet électrostatique devrait être relié à une bonne prise de terre. Si ce n'est pas possible, le relier à une partie conductrice (métallique) de l'ensemble sur lequel l'intervention a lieu et ***non pas*** à des composants électroniques, des fils ou des pistes imprimées nues, ni enfin des broches de connecteur.

Pour travailler sur des composants ou des sous-ensembles ayant été séparés du DDM, prendre des précautions spécifiques comme l'utilisation d'un tapis antistatique mis à la masse. L'analyseur lui-même est l'un de ces sous-ensembles.

ATTENTION

Pour être efficace, un bracelet antistatique doit être exactement ajusté (sans serrer). Un bracelet non ajusté ne fournit qu'une faible protection, voire aucune.

Les précautions ESD ne sont pas toujours 100 % efficaces. Limiter au strict minimum les manipulations des cartes électroniques et toujours les prendre par les bords. Ne jamais toucher les composants, les pistes non protégées, ni les broches des connecteurs et des câbles.

Maintenance du système de vide

Entretien périodique

Comme stipulé précédemment, Tableau 21, certaines tâches de maintenance du système de vide doivent être réalisées périodiquement. Parmi elles :

- le contrôle (hebdomadaire) du niveau d'huile de la pompe primaire,
- le contrôle (semestriel) du niveau du ou des flacons de composé de référence,
- le dégazage de la pompe primaire (quotidien avec l'utilisation d'ammoniac comme gaz de CI),
- le changement (semestriel, trimestriel avec l'utilisation d'ammoniac comme gaz de CI) de l'huile de pompe primaire,
- le serrage de contrôle des vis du carter à huile de pompe primaire (au premier remplacement suivant l'installation),
- le remplacement (annuel) de l'huile de pompe à diffusion,
- le remplacement de la pompe primaire sèche (généralement tous les 3 ans).

Le non-respect du calendrier d'entretien peut entraîner une diminution des performances de l'instrument. Cela peut également endommager l'instrument.

Autres procédures

Les tâches de maintenance comme le remplacement d'une jauge à vide primaire ou de la microjauge à ionisation sont effectuées uniquement en cas de besoin. Consulter le Manuel de maintenance préventive et corrective des DDM série 5975, intitulé *"5975 Series MSD Troubleshooting and Maintenance"* ainsi que l'aide en ligne du logiciel de la ChemStation du DDM pour les symptômes indicatifs de la nécessité de telles maintenances.

Informations complémentaires disponibles

Pour plus d'informations sur l'architecture et le fonctionnement du système de vide et de ses composants, consulter le Manuel de maintenance préventive et corrective des DDM série 5975, intitulé *"5975 Series MSD Troubleshooting and Maintenance"*.

Dépose de la source

Fournitures nécessaires

- Gants, propres, non pelucheux
 - Grande taille (8650- 0030)
 - Petite taille (8650- 0029)
- Pince, long- bec (8710- 1094)

Procédure



- 1 Mettre le DDM à l'air. Cf. page 86.
- 2 Ouvrir l'enceinte de l'analyseur. Cf. page 88.

Ne pas oublier de porter le bracelet antistatique ni de prendre les précautions anti- ESD recommandées avant de toucher les composants de l'analyseur.

- 3 Débrancher les 7 fils de la source. Ne pas plier les fils plus que nécessaire (Figure 32 et Tableau 22).

Tableau 22 Fils de connexion de la source

Couleur de fil	Connecté à	Nombre de conducteurs
Bleu	Lentille d'entrée	1
Orange	Lentille de focalisation des ions	1
Blanc	Filament 1 (filament de dessus)	2
Rouge	Repousseur	1
Noir	Filament 2 (filament de dessous)	2

ATTENTION

Tirer sur les connecteurs et non sur les fils.

- 4 Suivre le trajet des fils du chauffage de la source et de la sonde de température jusqu'à la carte des traversées électriques. Les débrancher à cet endroit.
- 5 Déposer les vis moletées de fixation de la source.
- 6 Sortir la source du radiateur.

AVERT.

L'analyseur fonctionne à haute température. Ne pas y toucher tant qu'il n'est pas certain qu'il a suffisamment refroidi.

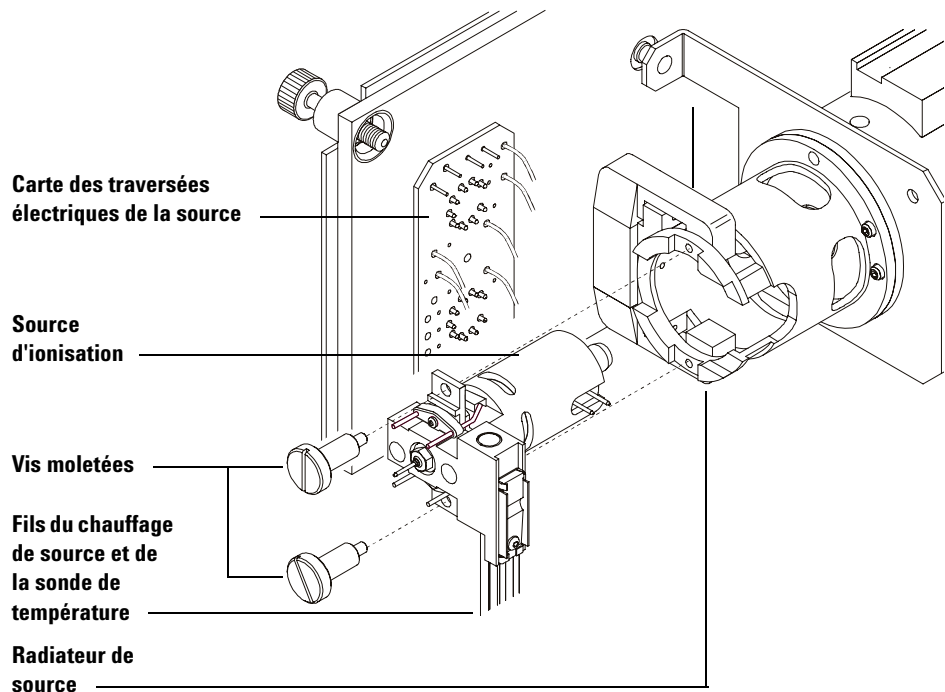


Figure 32 Dépose de la source

Repose de la source EI

Fournitures nécessaires

- Gants, propres, non pelucheux
 - Grande taille (8650- 0030)
 - Petite taille (8650- 0029)
- Pince, long- bec (8710- 1094)



Procédure

- 1** Glisser la source dans le radiateur (Figure 33).
- 2** Remettre les vis moletées en place et les serrer à la main. Ne pas serrer les vis moletées trop fort.
- 3** Rebrancher les fils de la source comme illustré à la rubrique Cf. "Fermeture de l'enceinte de l'analyseur", page 91. Refermer l'enceinte de l'analyseur.

4 Évacuer le DDM. Cf. page 95.

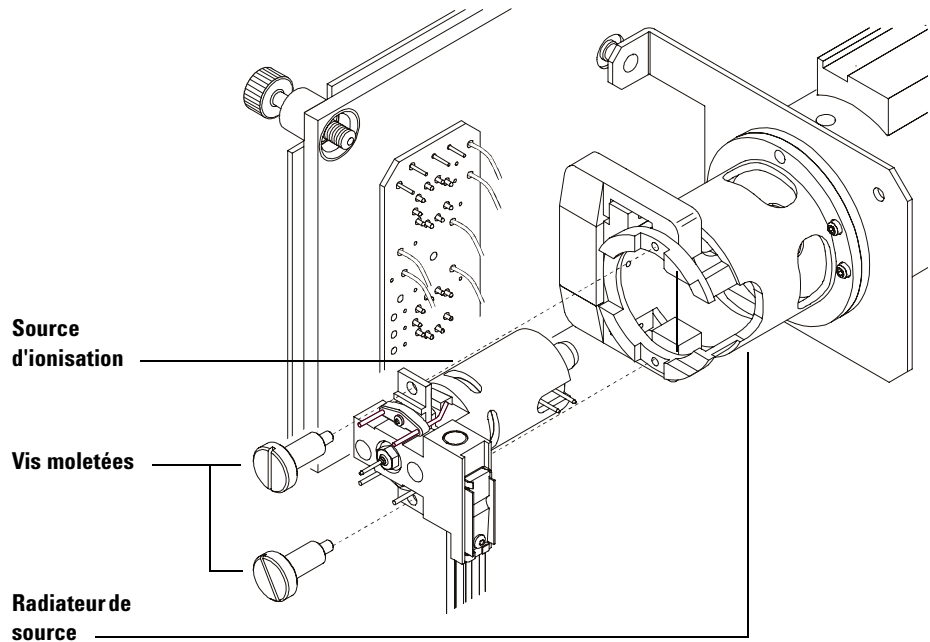
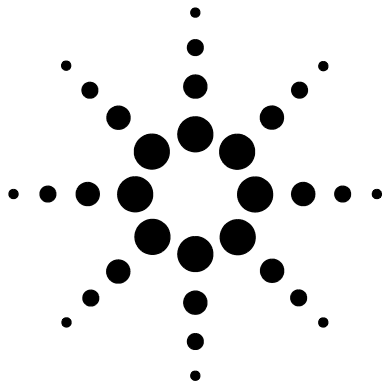


Figure 33 Reprise de la source EI

5 Maintenance courante



6 Maintenance CI

Informations générales	144
Nettoyage de la source d'ions	144
Ammoniac	144
Configuration du DDM pour le fonctionnement en CI	145
Instructions générales	145
Installation de la source CI	146
Installation du cône d'étanchéité d'extrémité de l'interface CI	147

Le présent chapitre décrit les procédures de maintenance ainsi que les besoins spécifiques des DDM série 5975 équipés pour l'ionisation chimique (CI).



Informations générales

Nettoyage de la source d'ions

L'effet principal du fonctionnement du DDM en mode CI est la nécessité d'effectuer plus fréquemment le nettoyage de la source. Lorsqu'elle fonctionne en CI, la chambre d'ionisation de la source est soumise à une contamination plus rapide qu'en EI en raison de la pression plus élevée nécessaire pour l'ionisation chimique.

AVERT.

Effectuer toutes les procédures de maintenance nécessitant des solvants dangereux sous une hotte aspirante. Veiller à utiliser le DDM dans une pièce bien ventilée.

Ammoniac

L'ammoniac utilisé comme gaz réactif augmente la fréquence d'entretien de la pompe primaire. L'ammoniac attaque l'huile de la pompe primaire qui se dégrade plus rapidement. C'est pourquoi l'huile de la pompe primaire standard doit être contrôlée et remplacée plus fréquemment.

Il faut toujours purger le DDM avec du méthane après avoir utilisé l'ammoniac.

S'assurer que la bouteille d'ammoniac est toujours placée verticalement. Si ce n'est pas le cas, de l'ammoniac liquéfié pourrait pénétrer dans le module de régulation des gaz.

Configuration du DDM pour le fonctionnement en CI

La configuration de l'appareil pour le fonctionnement en CI demande une attention particulière pour éviter les contaminations et les fuites d'air.

Instructions générales

- Avant de mettre le système CPG/DDM fonctionnant en EI à la pression atmosphérique, vérifier qu'il fonctionne correctement. Cf. "Vérification des performances du système", page 80.
- S'assurer que les lignes d'alimentation en gaz réactif sont équipées d'un purificateur de gaz (ne s'applique pas à l'ammoniac).
- Utiliser des gaz réactifs de très grande pureté ; 99,99% ou mieux pour le méthane, et la pureté la plus élevée possible pour les autres gaz réactifs.

Installation de la source CI

ATTENTION

Toute décharge statique sur les composants de l'analyseur est transmise à la carte latérale où elle peut endommager des composants sensibles. Porter un bracelet antistatique mis à la terre et prendre toutes les autres précautions anti-ESD **avant** d'ouvrir l'enceinte de l'analyseur.

Procédure

- 1 Mettre l'analyseur à la pression atmosphérique et l'ouvrir. Cf. page 86.
- 2 Déposer la source EI. Cf. page 138.
- 3 Sortir la source CI de sa boîte de stockage et la glisser dans le radiateur.
- 4 Remettre les vis moletées en place (Figure 34).
- 5 Brancher les connexions comme illustré à la rubrique "Fermeture de l'enceinte de l'analyseur", page 91.

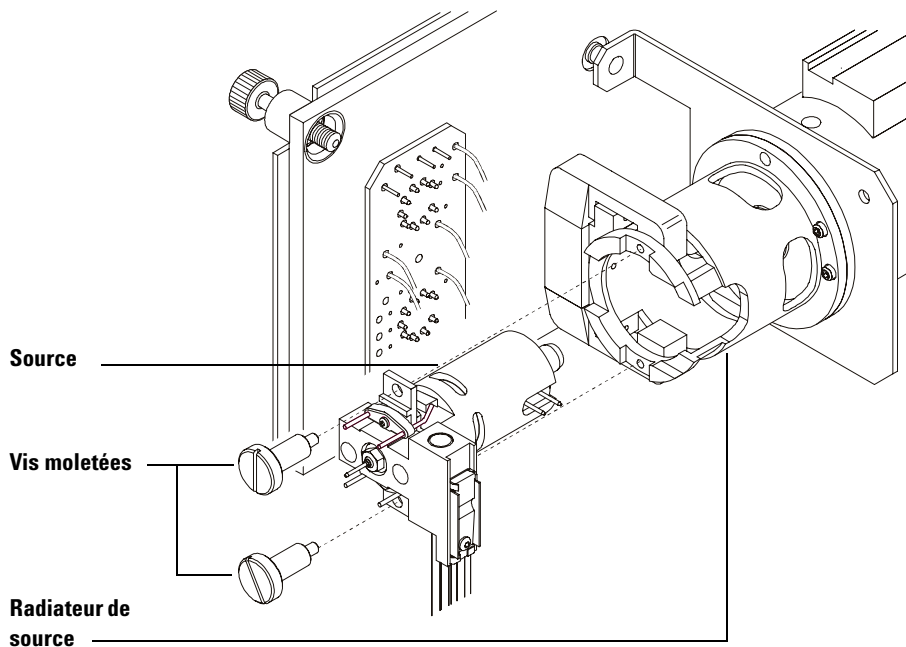


Figure 34 installation de la source CI

Installation du cône d'étanchéité d'extrémité de l'interface CI

Fournitures nécessaires

- Cône d'étanchéité d'extrémité de l'interface (G1099- 60412)

Le cône d'étanchéité d'extrémité de l'interface doit être en place pour le fonctionnement en CI. Sans cela, la source ne peut pas atteindre la pression nécessaire en CI.

ATTENTION

Toute décharge statique sur les composants de l'analyseur est transmise à la carte latérale où elle peut endommager des composants sensibles. Porter un bracelet antistatique mis à la terre et prendre toutes les autres précautions anti-ESD **avant** d'ouvrir l'enceinte de l'analyseur.

Procédure

- 1 Sortir le cône d'étanchéité de la boîte de stockage de la source.
- 2 Contrôler la bonne mise en place de la source CI.
- 3 Placer cône d'étanchéité sur l'extrémité de l'interface. Pour déposer ce cône d'étanchéité, suivre la procédure ci- dessus en ordre inverse.
- 4 Contrôler *avec soin* l'alignement entre l'analyseur et l'interface.



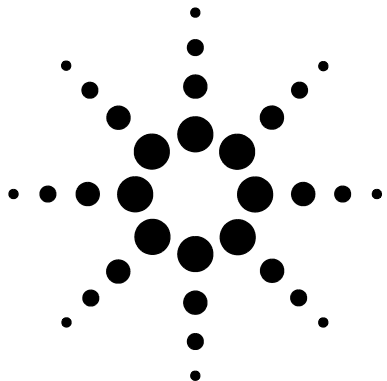
Lorsque l'analyseur est aligné correctement, il est possible de le refermer entièrement sans aucune résistance hormis la mise en tension du ressort d'appui du cône d'étanchéité de l'interface.

ATTENTION

Forcer l'analyseur à se fermer avec un alignement défectueux endommagera le cône d'étanchéité ou l'interface ou bien la source, ou encore cela empêchera une bonne étanchéité de la plaque latérale.

- 5 Il est possible d'aligner l'analyseur et l'interface en faisant osciller la plaque sur ses charnières. En cas d'impossibilité de fermer correctement l'analyseur, prendre contact avec un représentant du service après- vente Agilent Technologies.

6 Maintenance CI



A **Ionisation chimique**

Présentation de l'ionisation chimique 150

Théorie de la CI positive 152

Théorie de la CI négative 159



Présentation de l'ionisation chimique

L'ionisation chimique (en abrégé CI, acronyme de Chemical Ionization) est une technique de production des ions utilisée pour l'analyse par spectrométrie de masse. Il y a des différences importantes entre la CI et l'ionisation par impact d'électrons (on dit également impact électronique, en abrégé EI, acronyme du terme anglais Electron Ionization). Cette rubrique est consacrée aux mécanismes les plus courants d'ionisation chimique.

En EI, des électrons dotés d'une énergie relativement élevée (70 eV) entrent en collision avec les molécules de l'échantillon à analyser. Ces collisions entraînent (initialement) la formation d'ions positifs. Suite à cette ionisation, les molécules d'une substance donnée se fragmentent d'une manière assez bien prévisible. L'EI est un procédé direct d'ionisation. L'énergie est transférée par collision directement des électrons aux molécules de l'échantillon.

Pour la CI, outre l'échantillon et le gaz vecteur, on introduit une quantité importante de gaz réactif dans la chambre d'ionisation. En raison de la présence de cette quantité de gaz réactif considérable par rapport à la quantité d'échantillon, la plupart des électrons émis entrent en collision avec les molécules du gaz réactif pour former des ions réactifs. Ces ions du gaz réactif réagissent entre eux selon des mécanismes primaires et secondaires qui établissent un équilibre. Ils réagissent également de différentes façons avec les molécules de l'échantillon pour donner naissance à des ions de l'échantillon. La formation des ions CI met en jeu des énergies bien plus faibles et est par conséquent beaucoup moins agressive que l'EI. Comme la CI entraîne une fragmentation nettement plus faible de l'échantillon, les spectres CI possèdent généralement un ion moléculaire important. C'est la raison pour laquelle la CI est souvent utilisée pour déterminer le poids moléculaire des composés de l'échantillon.

Le méthane est le gaz réactif le plus couramment utilisé. Il conduit à certains motifs caractéristiques d'ionisation. Les autres gaz réactifs donnent des motifs caractéristiques de fragmentation différents et peuvent conduire à une meilleure sensibilité pour certains échantillons. L'isobutane et l'ammoniac sont couramment utilisés à la place du méthane. Le dioxyde de carbone est souvent utilisé pour l'ionisation chimique négative. Le dioxyde de carbone, l'hydrogène, le fréon, le triméthylsilane, l'oxyde nitrique et la méthylamine ne sont que rarement utilisés. Les réactions d'ionisation sont spécifiques de chaque gaz réactif.

AVERT.

L'ammoniac est toxique et corrosif. L'utilisation de l'ammoniac nécessite une maintenance particulière et des précautions de sécurité.

La présence d'eau dans un gaz réactif diminue considérablement la sensibilité CI. Un pic important à la masse m/z 19 (H_3O^+) en CI positive est un symptôme caractéristique permettant de diagnostiquer la présence d'eau. Si la concentration est suffisamment élevée, en particulier en présence de gaz de référence, la contamination aqueuse entraîne une pollution importante de la source. Le gaz réactif est fréquemment contaminé par de l'humidité juste après le remplacement de la canalisation de distribution ou de la bouteille. Cette contamination diminue souvent lorsqu'on laisse un faible débit de gaz réactif pendant quelques heures afin de purger le système.

Références sur l'ionisation chimique

A. G. Harrison, *Chemical Ionization Mass Spectrometry (Spectrométrie de masse en ionisation chimique)*, 2e édition, CRC Press, INC. Boca Raton, FL (1992) ISBN 0- 8493- 4254- 6.

W. B. Knighton, L. J. Sears, E. P. Grimsrud, "High Pressure Electron Capture Mass Spectrometry" (Spectrométrie de masse par capture d'électrons à pression élevée), *Mass Spectrometry Reviews* (1996), **14**, 327- 343.

E. A. Stemmler, R. A. Hites, *Electron Capture Negative Ion Mass Spectra of Environmental Contaminants and Related Compounds (Spectres de masse de polluants de l'environnement et substances apparentées en ions négatifs obtenus par capture d'électrons)*, VCH Publishers, New York, NY (1988) ISBN 0- 89573- 708- 6.

Théorie de la CI positive

La CI positive (PCI, acronyme de Positive CI) fonctionne avec des tensions d'analyseur de polarité identique à l'EI. En PCI, le gaz réactif est ionisé par collision avec les électrons émis. Les ions du gaz réactif réagissent chimiquement avec les molécules de l'échantillon (comme donneurs de proton) pour former les ions de l'échantillon. La formation des ions PCI est moins énergétique qu'en EI et produit une fragmentation plus faible. Cette réaction conduit généralement à une quantité importante d'ions moléculaires, c'est pourquoi elle est fréquemment utilisée pour déterminer la masse moléculaire des échantillons.

Le méthane est le gaz réactif le plus couramment utilisé. La PCI avec le méthane fonctionne avec virtuellement tous les types de molécules. Les autres gaz réactifs comme l'isobutane ou l'ammoniac sont plus sélectifs et produisent encore moins de fragmentation. En raison de l'abondance importante des ions provenant du gaz réactif, la PCI n'est pas extrêmement sensible et les limites de détection sont relativement élevées.

Il existe quatre mécanismes fondamentaux d'ionisation qui entrent en jeu dans l'ionisation chimique positive à une pression de source de 0,8 à 2,0 torrs. Ces mécanismes sont :

- Transfert de proton
- Perte d'un ion hydrure
- Adduction d'ions
- Echange de charge

Selon le gaz réactif utilisé, un ou plus de ces mécanismes peut être mis à contribution pour expliquer les produits d'ionisation observés dans le spectre de masse obtenu.

La Figure 35 montre des spectres EI, PCI/méthane et PCI/ammoniac du stéarate de méthyle. La simplicité des motifs ioniques, l'abondance importante de l'ion $[MH]^+$, et la présence des 2 ions adduits ($M+29$ et $M+41$) sont caractéristiques de l'ionisation chimique positive en présence de méthane comme gaz réactif.

La présence d'air ou d'eau dans le système, en particulier si le composé de référence PFDTD est aussi présent pollue rapidement la source.

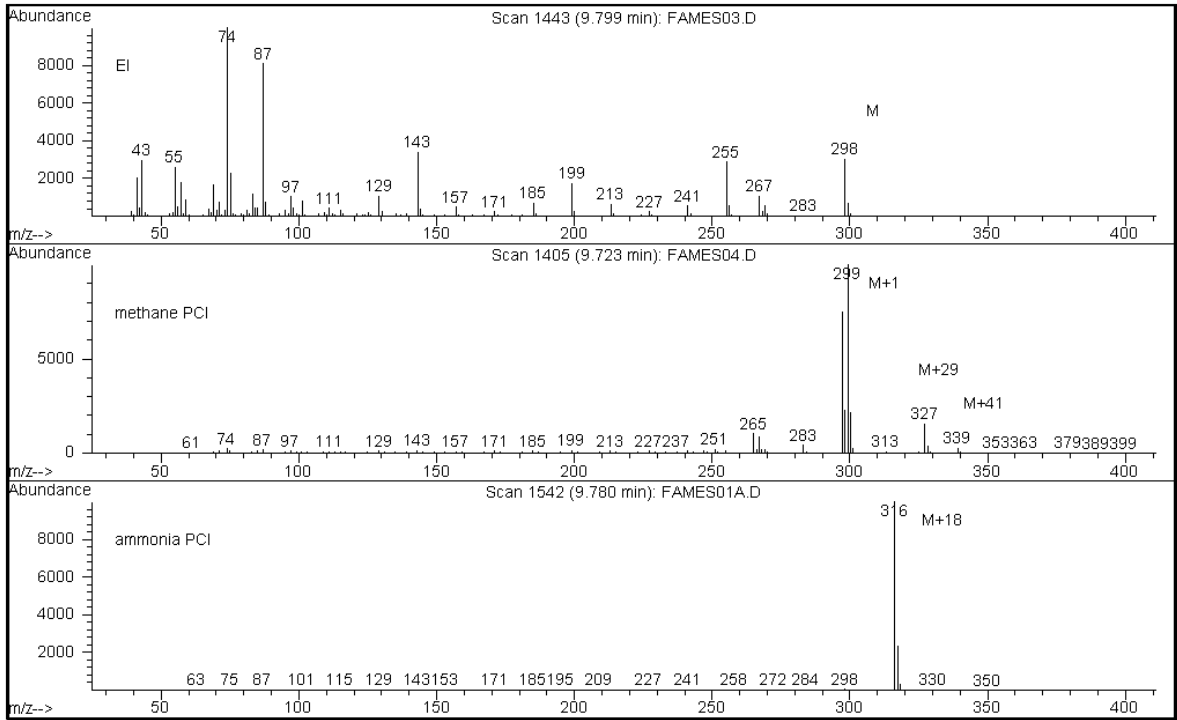
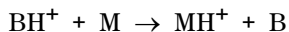


Figure 35 Stéarate de méthyle (PM = 298) : EI, PCI/Méthane, et PCI/Ammoniac

Transfert de proton

La réaction suivante représente le transfert de proton

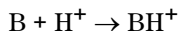


on y voit le gaz réactif B qui a subi une ionisation par protonation. Si l'affinité protonique de l'analyte (échantillon) M est supérieure à celle du gaz réactif, alors l'ion protoné du gaz réactif transférera son proton à l'analyte pour former un ion chargé positivement.

L'exemple le plus fréquemment utilisé pour illustrer le transfert de proton est celui de la réaction de l'ion CH_5^+ sur la molécule de l'analyte pour donner un ion moléculaire protoné MH^+ .

Les affinités protoniques relatives du gaz réactif et de l'analyte déterminent la réaction de transfert de proton. Si l'analyte possède une affinité supérieure à celle du gaz réactif, la réaction peut se produire. Le méthane (CH_4) est le gaz réactif le plus courant en raison de sa faible affinité protonique.

L'affinité des protons peut être déterminée au moyen de la réaction suivante :



dans laquelle l'affinité protonique est exprimée en kcal/mole. L'affinité protonique du méthane est de 127 kcal/mole. Les tableaux 23 et 24 donnent les affinités protoniques de plusieurs gaz réactifs possibles ainsi que de plusieurs petites molécules organiques possédant différents groupes fonctionnels.

Le spectre de masse produit par une réaction de transfert de proton dépend de plusieurs critères. S'il y a une grande différence d'affinité protonique (comme avec le méthane), l'ion moléculaire protoné peut présenter un excédent énergétique considérable. Il peut s'en débarrasser par une fragmentation importante. C'est pourquoi pour certaines analyses, l'isobutane pourra être préféré au méthane en raison de son affinité protonique supérieure (195 kcal/mole). Avec une affinité protonique encore plus élevée (207 kcal/mole), l'ammoniac possède une probabilité moindre de protoner un grand nombre d'analytes. L'ionisation chimique par transfert de proton est généralement considérée comme une ionisation "douce", mais son degré de "douceur" dépend malgré tout des affinités protoniques de l'analyte et du gaz réactif ainsi que d'autres paramètres comme la température de la source.

Tableau 23 Affinité protonique de quelques gaz réactifs

Molécule	Affinité protonique kcal/mole	Ion réactif formé
H ₂	100	H ₃ ⁺ (<i>m/z</i> 3)
CH ₄	127	CH ₅ ⁺ (<i>m/z</i> 17)
C ₂ H ₄	160	C ₂ H ₅ ⁺ (<i>m/z</i> 29)
H ₂ O	165	H ₃ O ⁺ (<i>m/z</i> 19)
H ₂ S	170	H ₃ S ⁺ (<i>m/z</i> 35)
CH ₃ OH	182	CH ₃ OH ₂ ⁺ (<i>m/z</i> 33)
t-C ₄ H ₁₀	195	t-C ₄ H ₉ ⁺ (<i>m/z</i> 57)
NH ₃	207	NH ₄ ⁺ (<i>m/z</i> 18)

Tableau 24 Affinité protonique de quelques composés organiques

Molécule	Affinité protonique (kcal/mole)	Molécule	Affinité protonique (kcal/mole)
Acétaldéhyde	185	Méthylamine	211
Acide acétique	188	Chlorure de méthyle	165
Acétone	202	Cyanure de méthyle	186
Benzène	178	Sulfure de méthyle	185
2-butanol	197	Méthyl-cyclopropane	180
Cyclopropane	179	Nitroéthane	185
Diméthyl-éther	190	Nitrométhane	180
Éthane	121	Acétate de n-Propyle	207
Formiate d'éthyle	198	Propylène	179
Acide formique	175	Toluène	187
Acide bromhydrique	140	<i>Trans-2-butène</i>	180

A Ionisation chimique

Tableau 24 Affinité protonique de quelques composés organiques (suite)

Molécule	Affinité protonique (kcal/mole)	Molécule	Affinité protonique (kcal/mole)
Acide chlorhydrique	141	Acide trifluoroacétique	167
Isopropanol	190	Xylène	187
Méthanol	182		

Perte d'un ion hydrure

Au cours de la formation des ions réactifs, divers ions peuvent apparaître ayant une forte affinité pour l'ion hydrure (H^-). Si l'affinité d'un ion réactif pour l'ion hydrure est supérieure à celle de l'ion formé par l'analyte ayant perdu un ion hydrure (perte de H^-), cela signifie que le bilan thermodynamique est favorable à ce processus d'ionisation chimique. On peut citer comme exemple la perte d'un ion hydrure dans l'ionisation chimique des alcanes en présence de méthane. Pour la CI/méthane, les ions CH_5^+ et $C_2H_5^+$ sont susceptibles de mener à une perte d'ion hydrure. Ces espèces chimiques ont une grande affinité pour l'ion hydrure, c'est pourquoi la perte de H^- se produit dans les alcanes à longue chaîne, selon le principe général de réaction suivant :



Pour le méthane, R^+ est CH_5^+ ou $C_2H_5^+$, tandis que M représente un alcane à longue chaîne. Dans le cas de CH_5^+ , les produits de réaction sont les suivants : $[M-H]^+ + CH_4 + H_2$. Un spectre résultant d'une perte d'ion hydrure présentera un pic à m/z $M-1$ résultant de la perte d'un ion H^- . Cette réaction est exothermique et entraîne fréquemment une fragmentation secondaire de l'ion $[M-H]^+$.

Les deux mécanismes, perte d'ion hydrure et transfert de proton, sont souvent observés dans le spectre d'un même composé. Le spectre CI/méthane d'un ester méthylique à longue chaîne constitue un bon exemple avec la perte d'un ion hydrure sur la chaîne carbonée et le transfert de proton sur la fonction ester. Par exemple, dans le spectre PCI/méthane du stéarate de méthyle, le pic MH^+ à m/z 299 est formé par transfert de proton et le pic $[M-1]^+$ à m/z 297 est formé par perte d'un ion hydrure.

Adduction d'ions

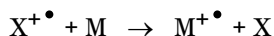
Pour de nombreux analytes, le bilan thermodynamique des mécanismes d'ionisation par transfert de proton et perte d'ion hydrure ne sont pas favorables. Dans ce dernier cas, l'activité des ions du gaz réactif est cependant suffisante pour former des combinaisons avec les molécules de l'analyte par des mécanismes de condensation ou d'associations (réactions d'adduction). Les ions résultants sont appelés ions adduits. On observe une adduction dans l'ionisation chimique en présence de méthane grâce aux ions $[M+C_2H_5]^+$ et $[M+C_3H_5]^+$ qui se forment dans le mélange et produisent les pics aux m/z $M+29$ et $M+41$.

A Ionisation chimique

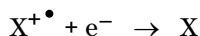
Les réactions d'adduction sont particulièrement importantes dans la CI/Ammoniac. NH_3 a en effet une forte affinité protonique et peu de composés organiques subiront un transfert de proton avec ce gaz réactif. Dans la CI/Ammoniac, une série de réactions ion-molécule se produit et donne naissance aux ions NH_4^+ , $[\text{NH}_4\text{NH}_3]^+$, et $[\text{NH}_4(\text{NH}_3)_2]^+$. L'ion ammonium NH_4^+ est en particulier à l'origine de l'intense ion $[\text{M}+\text{NH}_4]^+$ observé à m/z $\text{M}+18$ par un mécanisme de condensation ou d'association. Si l'ion résultant est instable, une fragmentation secondaire peut être observée. La perte d'un neutre comme H_2O ou NH_3 qui se manifeste respectivement par une perte de 18 ou 17 unité du rapport m/z est également assez répandue.

Échange de charge

L'ionisation par échange de charge peut être décrit par la réaction suivante :



dans cette dernière, $\text{X}^{\bullet+}$ représente le gaz réactif ionisé et M l'analyte à observer. Parmi les gaz réactifs utilisés pour l'ionisation par échange de charge, on notera les gaz rares (hélium, néon, argon, krypton, xénon, et radon), l'azote, le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, l'hydrogène, et d'autres gaz qui ne réagissent pas "chimiquement" avec l'analyte. Pour tous ces gaz réactifs, lorsqu'ils sont ionisés, l'énergie de recombinaison s'exprime par l'expression :



il s'agit d'une simple recombinaison du gaz réactif ionisé avec un électron qui reforme une molécule neutre. Si cette énergie est supérieure à l'énergie nécessaire pour arracher un électron à l'analyte, le bilan énergétique global est positif (exothermique) et la réaction ci-dessus se produit.

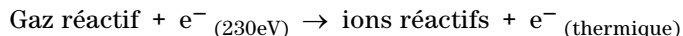
L'ionisation chimique par échange de charge n'est pas très répandue dans les applications analytiques générales. On y recourt dans certains cas lorsque les autres mécanismes d'ionisation chimique ont un bilan thermodynamique défavorable.

Théorie de la CI négative

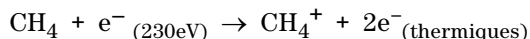
Pour l'ionisation chimique négative (NCI, acronyme de Negative Chemical Ionization), on inverse la polarité des tensions de l'analyseur afin de sélectionner les ions négatifs. La NCI peut mettre en œuvre plusieurs mécanismes chimiques. Tous ces mécanismes ne conduisent pas aux augmentations spectaculaires de sensibilité qu'on associe souvent à la NCI. Les quatre mécanismes de réaction les plus courants sont :

- la capture d'électron,
- la capture d'électron dissociative,
- la formation de paires d'ions,
- les réactions ion- molécule.

Dans tous les cas sauf pour les réactions ion- molécule, le gaz réactif joue un rôle différent de celui qu'il joue en PCI. En NCI, le gaz réactif est souvent appelé gaz tampon. Lorsque le gaz réactif est bombardé par les électrons énergétiques émis par le filament, les réactions suivantes se produisent :



Si le gaz réactif est le méthane (Figure 36), la réaction est la suivante :



Les électrons thermiques ont une énergie beaucoup plus faible que les électrons émis par le filament. Ce sont ces électrons thermiques qui peuvent réagir avec les molécules de l'échantillon.

Il ne se forme pas d'ions réactifs négatifs. C'est pourquoi le bruit de fond que l'on voit en mode PCI n'apparaît pas ici et on observe alors des limites de détection bien inférieures en NCI. Pour pouvoir détecter des ions formés par NCI, il faut faire fonctionner le DDM en mode négatif. Ce mode de fonctionnement inverse la polarité des tensions appliquées à l'analyseur.

Le dioxyde de carbone est souvent utilisé comme gaz tampon en NCI. Il présente sur les autres gaz des avantages évidents en termes de coût, disponibilité et sécurité.

A Ionisation chimique

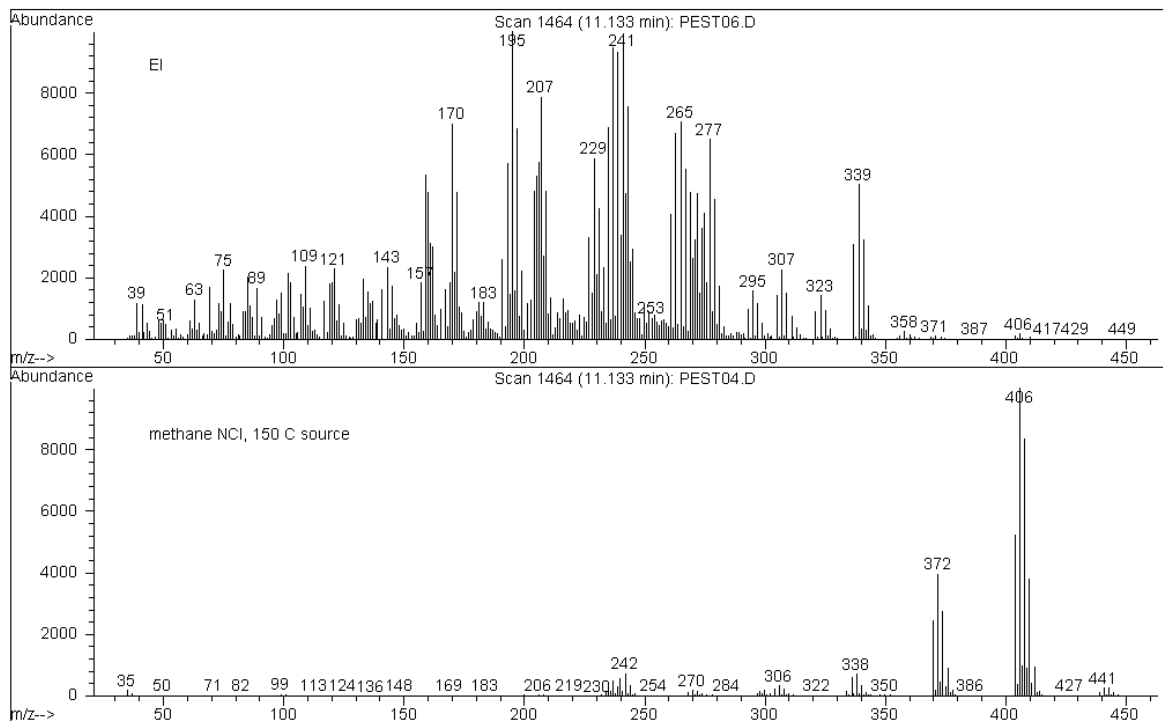


Figure 36 Endosulfan I (PM = 404) : EI et NCI/Méthane

Capture d'électron

La capture d'un électron est le mécanisme fondamental qui intéresse la NCI. La capture d'électron (on utilise fréquemment le terme de spectrométrie de masse par capture d'électron à haute pression ou HPECMS, acronyme de High- Pressure Electron Capture Mass Spectrometry) est responsable de la haute sensibilité qui fait la réputation de la NCI. Pour certains échantillons, dans des conditions idéales, la sensibilité obtenue en capture d'électrons est de 10 à 1 000 fois plus élevée qu'en ionisation positive.

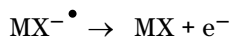
Noter que toutes les réactions associées à la CI positive se produisent également en mode NCI, généralement avec les produits contaminants. Les ions positifs formés ne sortent pas de la source en raison de l'inversion des potentiels des lentilles et leur présence peut inhiber les réactions de capture d'électrons.

La réaction suivante décrit le mécanisme de capture d'électron :



MX y représente la molécule d'échantillon et l'électron est un électron thermique (faible énergie cinétique) produit par interaction entre les électrons à haute énergie et le gaz réactif.

Dans certains cas, le radical- anion $\text{MX}^{\bullet -}$ n'est pas stable. Cela peut conduire à la réaction inverse :



Cette réaction inverse est parfois appelée perte spontanée (d'un électron). Il s'agit habituellement d'une réaction extrêmement rapide. Il y a donc très peu de temps pour que l'anion instable soit stabilisé par des collisions ou d'autres réactions.

La capture d'électron est favorisée par la présence d'hétéroatomes dans la molécule. Par exemple : azote, oxygène, phosphore, soufre, silicium, et tout particulièrement les halogènes : fluor, chlore, brome, et iode.

La présence d'oxygène, d'eau et de presque tous les contaminants interfère avec la réaction de capture d'un électron. Les contaminants sont à l'origine de la formation d'un ion négatif par la réaction ion- molécule plus lente. Cela diminue généralement la sensibilité. Toutes les sources potentielles de contamination en particulier l'oxygène (air) et l'humidité doivent être éradiquées.

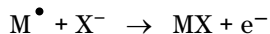
Capture d'électron dissociative

La capture d'électron dissociative est également connue sous le nom de capture résonnante dissociative. Il s'agit d'un processus similaire à la capture d'un électron. La différence tient au fait que la molécule fragmente (se dissocie) pendant la réaction. Cette réaction aboutit en général à la formation d'un anion et d'un radical neutre. La réaction suivante décrit le mécanisme de capture d'électron dissociative :



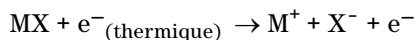
Cette réaction ne conduit pas à la même sensibilité que la capture d'un électron et le spectre produit montre généralement une abondance plus faible de l'ion moléculaire.

Comme pour la capture d'électron, les produits de la capture dissociative d'électron ne sont pas nécessairement stables. La réaction inverse peut parfois se produire. Cette réaction inverse est parfois appelée perte associative spontanée (d'un électron). L'équation de cette réaction inverse est :



Formation de paires d'ions

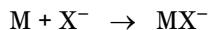
La formation d'une paire d'ions est à première vue similaire à la capture d'électron dissociative. L'équation suivante décrit la formation de la paire d'ions :



Comme pour la capture d'électron dissociative, la molécule de l'échantillon fragmente. Cependant à la différence de la capture d'électron dissociative, l'électron n'est pas capturé par l'un des fragments. La molécule de l'échantillon fragmente au contraire de sorte que les électrons sont distribués de façon inégale et qu'il se forme un ion positif et un ion négatif.

Réactions ion-molécule

Les réactions ion- molécule se produisent lorsque de l'oxygène, de l'humidité ou d'autres contaminants sont présents dans la source CI. Les réactions ion- molécule sont deux à quatre fois plus lentes que les autres réactions de capture d'électron et ne fournissent pas une sensibilité de détection comparable à celle de la capture d'électron classique. Les réactions ion- molécule sont décrites par l'équation générale :



dans laquelle X^- est la plupart du temps un halogène ou un groupe hydroxyle créé par l'ionisation des contaminants par les électrons du filament. Les réactions ion- molécule sont en compétition avec les réactions de capture d'électrons. Plus il se produit de réactions ion- molécule, moins il se produit de réactions de capture d'électrons.

A Ionisation chimique

Index

Numerics

32, pic visible à, en DDM CI, 105, 113

A

Affinité protonique
rôle en PCI, 154

Alignement, analyseur et interface CI,
contrôle, 147

Ammoniac
précautions de maintenance, 151
Spectre PCI du stéarate de
méthyle, 152

Analyseur
accès à l', 88

Arrêt. *Cf.* Mise à l'air

Arrêt. *Cf.* Mise à l'air

Autoréglage, 79
affichage du journal des réglages, 79
CI, 120
CI, mode négatif, 124
CI, mode positif, 122
rapport généré par l', 79
Autoréglage CI, 120
PCI/Méthane seulement, 122

B

Bracelet antistatique, 136

Bruit de fond chimique
effet sur la NCI, 159

C

Câblage, tensions dangereuses sur
les, 133

Chauffages
affichage des températures et du vide
secondaire, 67
configuration des fenêtres de
surveillance des températures, 69

zone chauffée utilisée pour alimenter le
chauffage de l'interface
CPG/DDM, 64

ChemStation

commande des températures avec
le, 64

configuration de la température de
l'interface CPG/DDM, 73

configuration des fenêtres de
surveillance, 69

surveillance des températures et du vide
secondaire, 67

utilisation pour la mise à l'air du

DDM, 86, 88

utilisation pour le réglage du DDM, 79

utilisation pour le réglage du débit de
méthane, 113

utilisation pour mettre le DDM CI sous
vide, 107

utilisation pour mettre le DDM sous
vide, 95

CI, cône d'étanchéité de l'interface
installation, 147

Clavier du CPG, réglage de la température
de l'interface CPG/DDM depuis le, 99

Colonne, capillaire
préparation de l'installation, 34

Colonnes

conditionnement, 43

Conseils et astuces, 33

Installation dans l'interface
CPG/DDM, 41, 43, 44, 86, 95, 97,
138, 140, 146, 147

types utilisables avec le DDM, 32

Commutation, entre EI et CI, 17

Conditionnement d'une colonne
assisté par injection de solvant, 43

Conditionnement des colonnes capillaires
procédure de, 43

Conditionnement des ferrules, 33

Cône d'étanchéité d'interface, CI
installation, 147

Contrôleur de jauge

affichage anormal ou vide, 128

arrêt en cas de surpression, 76

gamme de pression, 128

indication par rapport à la valeur
réelle, 128

sensibilité relative aux différents
gaz, 128

surveillance de la pression avec, 75,
128

Contrôleur de jauge 59864B, 97

Contrôleur de jauge à vide secondaire, 97
surveillance de la pression avec, 128

Contrôleur de jauge, raccordement, 97

Cycle de mise à l'air. *Cf.* Mise à l'air

Cycle de mise à l'air. *Cf.* Mise à l'air

D

Danger, tensions, 133

DDM

maintenance, 131 to ??

mesure du débit de la colonne avec
le, 77

parties à haute température du, 134

risques présentés par les résidus
chimiques, 134

tensions dangereuses présentes dans
le, 133

transport ou entreposage, 97

Débit de la colonne, 65

calcul de la vitesse linéaire, 77

maximum pour les DDM à pompe à
diffusion, 32

maximum pour les DDM à pompe
turbo, 32

mesure à l'aide du DDM, 65, 77

pour une sensibilité optimale, 66

Débit. *Cf.* Débit de colonne

Décharge électrostatique
risque de détérioration de l'électronique
par, 135

Index

- Décharge statique. *Cf.* Décharge électrostatique
- Démarrage
configuration du logiciel pour le fonctionnement en CI, 108
préréglage du méthane montrant des niveaux acceptables pour l'air et l'eau, 114
réglage du débit de méthane, 113
trop d'air et d'eau, 114
Voir aussi Mise sous vide
- Description physique du DDM, 14
- ### E
- Eau
contamination des systèmes CI par, 151
détection en CI, 114
- Échange de charge, PCI, 158
- Écrou de colonne
références, 34
- Électronique
risque de détérioration par les décharges électrostatiques, 135
- Électrons thermiques, en NCI, 159
- EMVolts égale ou supérieure à 2 600 V en autoréglage NCI, 124
- Enceinte de l'analyseur
ouverture, 88
- Endosulfane, spectres EI et NCI, 159
- Entreposage du DDM, 97
- ESD. *Cf.* Décharge électrostatique
- ### F
- Fenêtres de surveillance, 69
- Ferrules
conditionnement, 33
- Ferrules, injecteur
références, 34
- Fonctionnement
passage de l'EI à la CI, 106
- Fonctionnement en CI, 101
Autoréglage CI, 120
Autoréglage NCI, 124
Autoréglage PCI, 122
configuration du logiciel pour le, 108
démarrer en PCI/méthane, 105
- installation de la source CI, 146
instructions générales, 102, 106, 145
pressions-types observées, 129
réglage du débit de méthane, 113
utilisation d'autres gaz réactifs, 115
utilisation du module de régulation de débit de gaz réactif, 110
- Fuites d'air
détection en CI, 114
- ### G
- Gaz réactif
absence d'ions négatifs, 159
ammoniac, utilisation, 117
dioxyde de carbone, utilisation comme gaz tampon en NCI, 118
isobutane, utilisation, 116
Présentation de la théorie de la CI, 150
utilisation d'autres gaz réactifs, 115
- Gaz vecteur
débit, 65
pureté nécessaire, 33, 61
Cf. également Débit de colonne
- ### H
- HPECMS. *Cf.* CI négative
- Huile de pompe primaire
Remplacer semestriellement, 132
- Hydrogène comme gaz vecteur
débit coupé pendant que le DDM est à l'air, 61
risque pendant la mise sous vide, 63, 95
- ### I
- Interface CPG/DDM
chauffage, 61, 64, 103
sensor (thermocouple), 61, 103
zone chauffée, régulation, 61, 103
- interface CPG/DDM
Voir aussi Température de l'interface CPG/DDM
- Interface CPG/DDM EI/CI. *Cf.* Interface CI
- Interface CPG/DDM, CI, 61
- Interface CPG/DDM, CI. *Cf.* Interface CI
- Interface. *Cf.* Interface CPG/DDM
- Ion adduit, 157
- Ionisation chimique
contamination par l'eau, 151
généralités, 150
ion moléculaire, 150
méthane, gaz réactif CI, 150
présentation du matériel, 17
références, 151
- Ionisation chimique positive (Positive CI)
adduction d'ions, 157
échange de charge, 158
perte d'un ion hydrure, 157
spectre de fond des ions réactifs, 152
théorie, 152
- ### J
- Journal, autoréglage, 79
- ### L
- la, 146
- Limites de détection
élevées en PCI, 152
plus basses en NCI, 159
- Liste de vérifications, avant démarrage, 61
- Logiciel
utilisation pour mettre le DDM sous vide, 95
- ### M
- Maintenance, 131 to 147
calendrier, 132
Cône d'étanchéité de l'interface CI, installation, 147
DDM CI, 143
élimination des risques d'électrocution pour la, 133
enceinte de l'analyseur, ouverture, 88
Installation de la source CI, 146
parties à haute température, 134
sécurité de la, 133
source, dépose, 138
source, repose, 140
tensions dangereuses, 133
- Maintenance CI, 143 to ??
- Maintenance DDM CI, 143

- installation du cône d'étanchéité de l'extrémité de l'interface CI, 147
- Méthane
réglage du débit de gaz, 113
Spectre PCI du stéarate de méthyle, 152
- Microjauge à vide à ionisation
allumage, 75, 128
raccordement du contrôleur, 97
surveillance de la pression du vide secondaire, 75, 128
- Mise à l'air
Commande depuis la ChemStation, 53
Mise en marche du chauffage de l'interface par la vue de commande de l'instrument, 87
normale, 86, 88
préparation du DDM pour la, 87
risque d'endommager le DDM par la, 66
utilisation correcte de la vanne de mise à l'air, 87
- Mise en marche
Cf. Mise sous vide
Voir aussi Mise sous vide
- Mise sous vide
attente de l'équilibre thermique après la, 96
procédure, 95, 107
procédure pour le DDM CI, 107
- Mode CI, passage au, 106
- Module de régulation de débit de gaz
schéma, 111
- Module de régulation de débit des gaz réactifs
schéma, 111
utilisation, 110
vanne d'isolement, 111
- N**
- NCI. *Cf.* CI négative
- Négative, CI
autoréglage, 124
capture d'électron, 161
capture d'électron dissociative, 162
effet de la contamination, 161
électrons thermiques, 159
formation de paires d'ions, 162
- gaz tampon, 159
- inversion de la polarité des tensions de l'analyseur, 159
- réactions ion-molécule, 163
- sensibilité, 161
- théorie, 159
- O**
- Ouverture de l'enceinte de l'analyseur, 88
- Oxygène, effet sur le ressuage de la colonne, 33
- P**
- Passage
du mode CI au mode EI, 119
du mode EI au mode CI, 106
- PCI. *Cf.* CI positive
- Perte d'un ion hydrure, 157
- Pompe
évacuation, mise à pression atmosphérique, 134
- Pompe primaire
évacuation des rejets, 135
- pompe primaire
évacuation des rejets, 61
- Pompe turbomoléculaire (turbo)
surveillance de la vitesse de la, 67
- Présentation de l'EI, 150
- Pression
indication par rapport à la valeur absolue, 128
Source d'ions CI, 152
Source, pour CI, 17
surveillance
enceinte de l'analyseur, 128
surveillance de l'enceinte de l'analyseur, 75, 128
surveillance de la pression de l'enceinte à vide, 75
surveillance du circuit primaire, 67
- Pression de l'enceinte à vide
surveillance, 75
- Pression primaire
surveillance, 67
valeur type, 67
- Proc, 106
- Programme de mise à l'air. *Cf.* Mise à l'air
- R**
- rapport de réglage, 79
- Réglage, 79
Voir aussi Autoréglage
Voir aussi l'aide en ligne du logiciel
- Réglage BFB, 79
- Réglage ciblé, 79
- Réglage DFTPP, 79
- Réglage manuel, 79
- Rejets
évacuation des rejets de la pompe primaire, 61
- Résidus chimiques, dangereux, 134
- Ressuage de la colonne, 32
- S**
- Sécurité
capots, 133
en cours de maintenance, 133 to 135
- Sensibilité
vérification des performances en NCI, 127
vérification des performances en PCI, 126
- Sondes de température
dans l'analyseur DDM, 64
- Source d'ionisation
dépose, 138
remontage, 140
- Source d'ions CI
installation, 146
- Source, CI
installation, 146
- Spectre de fond, air et eau
contrôle initial, 113
effet sur la PCI, 152
effet sur la sensibilité en NCI, 161
vérification au démarrage de la CI, 114
- Spectre de fond, air et eau, en CI, 114
- Spectres CI
Classique, 17
NCI/Méthane de l'endosulfane, 159
PCI/Méthane et PCI/Ammoniac du stéarate de méthyle, 152
- Spectrométrie de masse par capture d'électron à haute pression *Cf.* CI négative

Index

- Standard Tune, 79
- Stéarate de méthyle, spectres PCI/Méthane et PCI/Ammoniac, 152
- Surveillance
 - pression de l'enceinte à vide, 75
 - pression du circuit primaire, 67
 - vitesse de la pompe turbo, 68
- Surveillance de la pression de l'enceinte de l'analyseur, 128
- Système de données
 - commande des températures avec le, 64
 - contrôle de la mise sous vide, 64
 - utilisation pour assurer correctement la mise à l'air, 66
- Système de vide
 - détermination du type, 31
 - état, surveillance, 67, 69

T

- Tableau de commande local, 14, 53
- Température de l'interface CPG/DDM
 - configuration depuis la ChemStation, 73
 - gamme, 61, 103
 - réglage depuis le CPG, 99
- Température de l'interface CPG/DDM, 64
- Température de la source, 64
 - Affichage, 67
 - configuration, 71
 - configurer une fenêtre de surveillance pour, 69
- Température du filtre de masse
 - Affichage, 67
 - configuration, 71
 - fenêtre de surveillance, 69
- Température du quadripôle, 64
 - Voir aussi* Températures du filtre de masse
- Températures de l'analyseur, 64
 - configuration, 71
- Températures, commande par la Chemstation DDM, 64
- Transfert de proton, 154
- Transport du DDM, 97

V

- Vanne
 - isolement, 111
 - mise à l'air, utilisation correcte de, 87
- Vanne d'isolement, 111

Z

- Zone chauffée AUX #2, 61, 103
- Zones chauffées auxiliaires, 64



© Agilent Technologies, Inc.

Imprimé aux États-Unis, Juin 2009



G3170-93030