



Suivi et optimisation de l'utilisation des TEOM-FDMS : Guide de dépannage

Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Travaux INERIS

SUIVI ET OPTIMISATION DE L'UTILISATION DES TEOM-FDMS : GUIDE DE DEPANNAGE

Robin AUJAY

Octobre 2015

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Robin AUJAY-PLOUZEAU	Caroline MARCHAND	Nicolas ALSAC
Qualité	Technicien à l'Unité CIME Direction des Risques Chroniques	Responsable de l'Unité CIME Direction des Risques Chroniques	Responsable du Pôle CARA Direction des Risques Chroniques
Visa			



LE LABORATOIRE CENTRAL DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué des laboratoires de Mines Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches à la demande du Ministère chargé de l'environnement, et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique ont été financés par la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE). Ils sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique au MEDDE et aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.

Table des matières

1. OBJET DU GUIDE	7
2. FICHES DE DEPANNAGE	7
FICHE 1: DEFAILLANCE DE LA POMPE.....	9
FICHE 2 : ETANCHEITE DU SYSTEME.....	11
FICHE 3 : FUIE AU NIVEAU DE LA VANNE.....	13
FICHE 4 : DEFAILLANCE DU SECHAGE	15
FICHE 5 : DEFAILLANCE DE LA MICROBALANCE	17
FICHE 6 : PERMUTATION DE LA VANNE	19
FICHE 7 : DEFAILLANCE DU PELTIER	21
FICHE 8 : DEFAILLANCE DE LA CLIMATISATION DE LA STATION.....	23
FICHE 9 : CHANGEMENT DU FILTRE DE PURGE	25
FICHE 10 : BLANC D'INSTRUMENT	27
FICHE 11 : MESURES BRUTEES	29
LISTE DES ANNEXES.....	31

1. OBJET DU GUIDE

Le LCSQA-INERIS a rédigé le présent guide afin de fournir une aide aux utilisateurs des TEOM-FDMS dans les AASQA. Il a été construit à partir des expériences de chacune des AASQA remontées lors de réunions techniques ou plus récemment par le suivi d'échange de messages électroniques.

Afin de centraliser au mieux ce travail, les remarques, résolutions ou propositions de résolution de pannes ont été adressées directement (ou en copie en cas d'échange entre ASQAA) au LCSQA-INERIS (Robin AUJAY-PLOUZEAU, robin.aujay-plouzeau@ineris.fr) afin de diffuser au mieux celles-ci à toute la communauté des utilisateurs des TEOM-FDMS.

Il est rappelé l'importance de suivre les exigences du « Guide méthodologique pour la surveillance des PM₁₀ et PM_{2,5} par TEOM-FDMS dans l'air ambiant » (S. VERLHAC, 2013) disponible sur le site du LCSQA, www.lcsqa.org.

L'utilisation conjointe des deux guides doit permettre l'identification et résolution des problèmes rencontrés lors de l'utilisation des TEOM-FDMS.

2. FICHES DE DEPANNAGE

Pour remplir son rôle, ce guide a été construit sous forme de fiches de dépannage présentées ci-après. En complément de ces fiches, il peut être utile de vérifier, suite à la parution d'éventuelles mises à jour après la parution de ce guide :

- si ECOMESURE n'a pas communiqué au travers d'une note technique sur le défaut constaté (e.g. problème de communication sur la version 1,70 du software TEOM type 1405);
- si des mises à jour ou notes techniques traitant du défaut constaté sont disponibles dans la base de connaissances en ligne¹ de chez THERMO SCIENTIFIC.

Deux paramètres clés vérifiables relativement facilement permettent une première approche quant à l'identification des pannes:

- la température du point de rosée échantillon en aval du sécheur ;
- la dépression de la pompe en fonctionnement normal.

Concernant la température du point de rosée de l'échantillon, les critères à respecter sont les suivants :

- valeur **seuil de vigilance** : -6°C (tout type de TEOM-FDMS) ;
- valeur **seuil d'alerte** : -4°C (tout type de TEOM-FDMS).

¹ <https://www.revbase.com/TagTeam/Client>

Dans le cas où la température du point de rosée de l'échantillon ne respecte pas les critères fixés ci-dessus, il convient de vérifier en premier lieu la dépression de la pompe en fonctionnement normal. En effet, celle-ci doit être :

- ≤ -20 pouces de mercure (inHg) pour les TEOM-FDMS type 8500 ;
- $\leq 0,30$ atmosphère (atm) pour les TEOM-FDMS type 1405F et DF. Selon le site (i.e son altitude) et le retour d'expérience de l'utilisateur, la tolérance sur la valeur de la dépression de la pompe pour les TEOM-FDMS type 1405F et DF peut être augmentée jusqu'à 0,34 atm.

Par ailleurs, en complément des différentes Fiches de dépannage :

- l'annexe 1 rappelle en détail le test de fuite dit des 10%, utile dans plusieurs cas de panne ;
- l'annexe 2 recense les différents paramètres intéressants en cas de problème technique pouvant être acquis hors système automatique d'acquisition de données (e.g. clé usb pour les TEOM-FDMS type 1405 F et DF ou buffer de données via le logiciel par RPCOMM RS232 pour les TEOM-FDMS type 8500). Cela peut servir à échanger avec ECOMESURE en vue de la résolution du défaut constaté.

FICHE 1: DEFAILLANCE DE LA POMPE

Une maintenance ou un changement de pompe est à envisager si les seuils d'alerte relatifs à la dépression de la pompe sont dépassés.

Deux types de pompes peuvent être utilisés :

- à palettes (e.g. BUSCH TINY SV1008 ; BECKER VT4.8) ;
- à piston (e.g. THOMAS 2680 CGHI42 ; GAST 72R 655 V10 C222TX).

FICHE 2 : ETANCHEITE DU SYSTEME

MICRO FUITES

Défaut : Suspicion de dérive de la « BASE », et/ou condensation sur le filtre de purge à 4°C. La procédure de test de fuite consistant à mettre le système sous vide ne permet pas de détecter ce type de fuite.

Solution : Utiliser la **méthode des 10%** préconisée par le revendeur (voir annexe 1). Si le résultat du test est non concluant, voir avec le constructeur.

Test de fuite

TEOM-FDMS type 8500C : test des 10% cité ci-dessus.

TEOM-FDMS 1405-F et DF : le test de fuite est réalisé via l'assistant disponible dans le menu service/verification/leak check. Celui-ci désactive automatiquement la bascule de l'électrovanne ce qui évite des dommages éventuels.

JOINT DE LA TRAPPE D'ACCES AU FILTRE 4°C

Défaut : Condensation sur le filtre 4°C. Le joint à lèvres peut être fendu, et cela ne se voit qu'en le démontant.

Solution : Changement du joint.

Recommandation : Faire une vérification visuelle, en routine, lors du changement du filtre de purge.

FICHE 3 : FUITE AU NIVEAU DE LA VANNE

Défaut : La mesure est négative et le test de fuite (sur les 2 cycles) est à première vue satisfaisant. (e.g. une BASE à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, une REFERENCE à 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, d'où une mesure résultante de -10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La mesure du débit principal peut mettre en évidence une fuite lorsque le :

- débit durant le cycle de BASE : 3,2 au lieu de 3,0 l/min;
- débit durant le cycle de REFERENCE : variations de 0,9 à 1,5 l/min.

La fuite peut également être détectée par la différence de température du point de rosée échantillon selon le cycle (BASE ou REFERENCE)

Solution : Les 4 vis de serrage de la vanne ne sont parfois pas suffisamment serrées. Serrer les 4 vis. Contrôler aussi l'état des joints à lèvres de la vanne. Les changer si nécessaire.

Procéder au test de fuite (méthode des 10%).

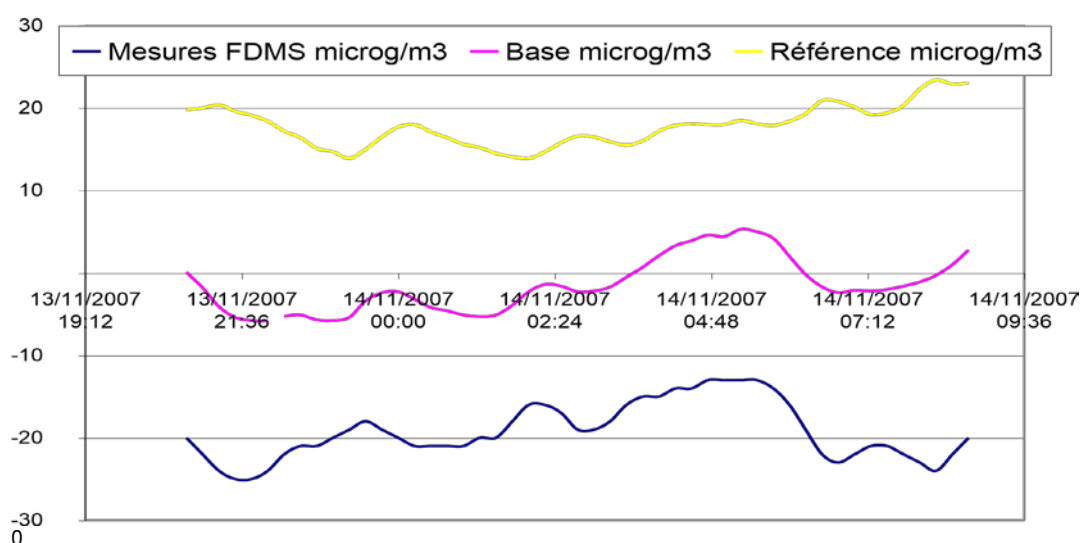


Figure 1 : Exemple de défaillance de la mesure suite à une fuite au niveau de la vanne (Données Atmo Poitou-Charentes)

FICHE 4 : DEFAILLANCE DU SECHAGE

Le sécheur, dans son fonctionnement normal, doit permettre d'atteindre des points de rosée échantillon systématiquement négatifs.

Défaut :

- Point de rosée échantillon trop élevé (doit être inférieur ou égal à -4°C),
- Valeurs maximales de $[c]_{\text{REF}}$ ne s'approchant plus de zéro et dérivant,
- Valeurs moyennes de $[c]_{\text{REF}}$ montrant une dérive dans le temps (non liées à un épisode de poussières ayant une fraction volatile importante),
- Point de rosée échantillon trop élevé (doit être inférieur ou égal à -4°C),
- Différence entre points de rosée échantillon et ambiant trop faible (voir Figure 2). Une différence de 10°C entre les 2, hors période de grand froid, est habituelle.

Critère d'efficacité du sécheur :

- Seuil de vigilance : température de rosée supérieure à -6°C et inférieure à -4°C ;
- Seuil d'alerte : température de rosée supérieure ou égale à -4°C .

Solution :

Le manque d'efficacité du sécheur peut provenir :

- d'une dépression trop faible dans le circuit (défaillance ou vétusté de la pompe),
- d'une perte d'efficacité de la membrane Nafion (changement du sécheur, voir avec le constructeur).

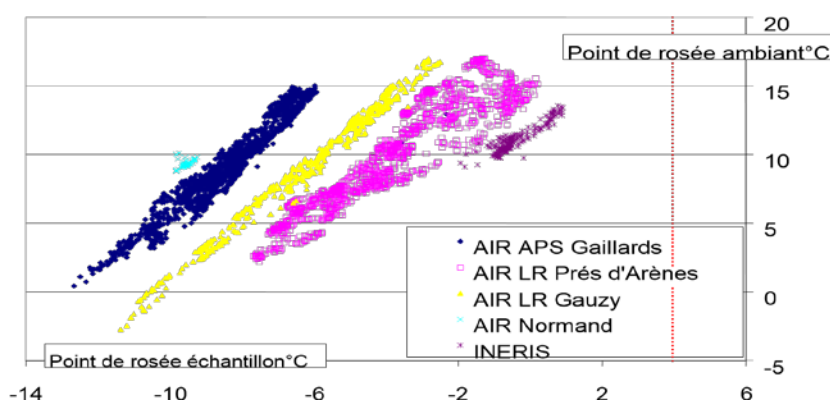


Figure 2 : Exemples de relation sur plusieurs FDMS entre les points de rosée en entrée et sortie de membrane

FICHE 5 : DEFAILLANCE DE LA MICROBALANCE

Le basculement de la vanne entre le flux REFERENCE et le flux BASE provoque un régime transitoire induisant des perturbations sur la mesure de la fréquence de la microbalance. La mesure de l'évolution de la masse accumulée sur la microbalance nécessite que la durée de ce régime transitoire soit faible devant le temps de mesure d'accumulation ou de volatilisation de matière sur la microbalance.

Une conséquence est qu'une microbalance donnant des résultats acceptables en mode TEOM 50°C ne sera pas forcément suffisamment stable pour fonctionner en mode TEOM-FDMS. Les deux graphiques de la Figure 3 illustrent les deux cas.

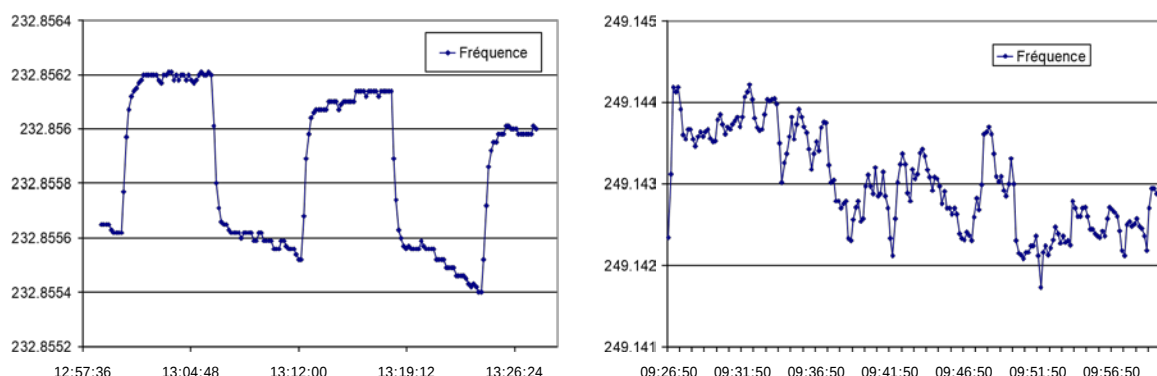


Figure 3: exemple de fréquence satisfaisante (à gauche) et montrant une défaillance (à droite)

Défaut 1: Valeur de REFERENCE aléatoire ou écart entre le TEOM 50°C et le TEOM-FDMS très faible à négatif ou instable (tout type de TEOM-FDMS). On observe une fréquence aléatoire, et/ou un bruit trop élevé. Ce problème a principalement été observé lors de l'installation d'un FDMS sur une microbalance déjà "âgée".

Solution 1: Changer la microbalance.

Défaut 2: Mesures « hachées » (tout type de TEOM-FDMS).

Solution 2: Protéger le module TEOM contre les vibrations provenant principalement de la pompe, la propagation à travers les tuyaux (dans ce cas, fixer les tuyaux), ou la tête de prélèvement à travers le raccord rigide (dans ce cas, mettre en place un raccord souple). Eviter de se mettre au centre de la cabine, en particulier dans les cas de cabine ayant un plancher et/ou un plafond propice à la propagation de vibrations.

Défaut 3 : Bruit important.

Solution 3 : Vérifier le bon positionnement du capteur de fréquence (décollement possible de l'aimant). Vérifier le serrage de la bobine (pour les TEOM FDMS type 1405F et DF).

FICHE 6 : PERMUTATION DE LA VANNE

La vanne du TEOM-FDMS ne permute plus, et la mesure se fait en continu sur le mode « BASE » ou « REFERENCE ». (Voir Figure 4 ci-dessous)

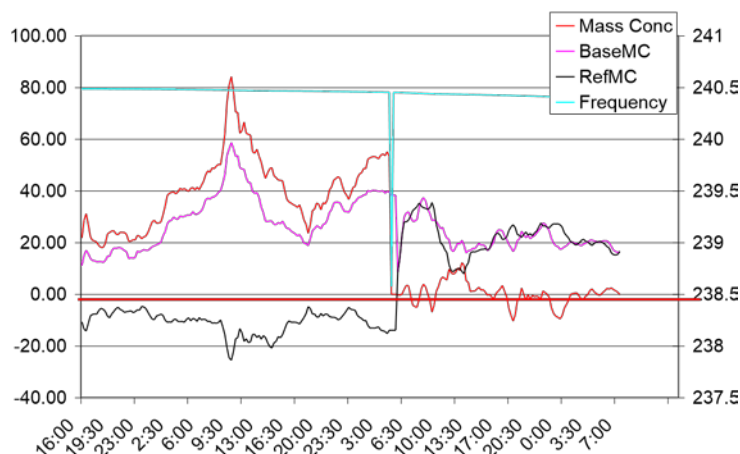


Figure 4 : Exemple de dysfonctionnement de la vanne

Défaut : Sur la Figure 4 un incident se produit vers 6h du matin. Mesure de PM proche de zéro, la BASE et la REFERENCE sont très corrélées (et donc leur différence proche de zéro), la vanne est souvent la cause. Plusieurs causes sont possibles : un fusible, un composant abîmé sur une carte électronique du TEOM-FDMS (le cas ici), le moteur de la vanne hors service, un micro-rupteur de position hors service ou un problème lié au logiciel qui doit être réinstallé.

Solution : La première chose à effectuer est de redémarrer l'instrument. En effet, une coupure électrique peut-être à l'origine du problème.

Ensuite, on peut tester le fait que la vanne peut commuter mécaniquement :

- o pour les TEOM-FDMS type 8500C en appuyant sur la touche data stop de l'instrument. Puis en tapant sur le clavier (14 puis enter). Enfin, appuyer sur la touche F8 du clavier, cela force le basculement de la vanne;
- o pour les TEOM-FDMS type 1405F et DF, utiliser le menu service/advanced/Test FDMS valve.

Remarque: En démontant le panneau avant du module FDMS, on peut vérifier visuellement la permutation mécanique de la vanne.

Si la vanne ne permute pas, le fusible (i.e F301 sur le TEOM-FDMS type 8500C) est peut-être défectueux, ou le moteur peut être en cause.

Pour le moteur, le tester avec une alimentation 12V continu ou vérifier son bon fonctionnement sur un autre module TEOM-FDMS fonctionnel. Le remplacer le cas échéant.

FICHE 7 : DEFAILLANCE DU PELTIER

La sonde de température (**thermistance**) peut se détacher, généralement suite à un transport.

Défaut 1: La mesure de la température est aberrante ou incohérente

Solution 1: La présence d'humidité sur la sonde de température peut être la cause de ce dysfonctionnement. Il est donc recommandé de :

1. Retirer la sonde et la sécher;
2. La repositionner et étanchéifier.

Défaut 2: Absence ou défaillance de régulation de la température du Peltier. Il régule par conséquent au minimum, c'est à dire à -20°C . Du givre formé est constaté lors du changement du filtre de purge. Si la thermistance ne mesure plus la bonne valeur (i.e. elle surestime la température) l'élément Peltier va fonctionner au maximum (refroidissement maximum du système) entraînant une formation plus ou moins importante de givre dans le circuit fluide du Peltier pouvant aller jusqu'à la formation d'un bouchon de givre qui entraine un défaut. La mesure du débit peut alors être altérée.

Solution 2:

1. Retirer la sonde et la dessouder.
2. La remplacer (e.g. code 164-6297 chez Radiospares) et étanchéifier.

Défaut 3 : Régulation difficile de la température du Peltier.

Solution 3 : Si la thermistance n'est pas en cause, il convient de vérifier le fonctionnement du ventilateur situé sur le radiateur de l'élément Peltier. Le remplacer s'il ne fonctionne pas. Si le ventilateur n'est pas en cause cela peut provenir du vieillissement de l'élément Peltier qu'il conviendra de remplacer car celui-ci n'a plus les caractéristiques optimales pour une bonne régulation en température.

Défaut 4: Absence de régulation de la température du Peltier. Aucun refroidissement.

Solution 4: si les solutions 1 à 3 n'ont donné aucun résultat, changer l'élément Peltier (e.g. code 197-0354 chez Radiospares).

FICHE 8 : DEFAILLANCE DE LA CLIMATISATION DE LA STATION

Défaut : Comme illustré sur la Figure 5, la mesure de masse devient incohérente, la mesure de REFERENCE "décroche". On observe de la condensation sur le filtre de purge. Par expérience, il est difficile de faire fonctionner un TEOM-FDMS à une température trop élevée.

Ceci est possiblement lié à un sous-dimensionnement du Peltier pour des températures élevées : il aurait beaucoup de difficulté à réguler la température au dessus d'un certain seuil (environ 28°C). De la condensation peut alors apparaître, et :

- l'air arrivant sur la microbalance peut être trop humide, ceci engendre alors des variations de masses dues à l'accumulation d'eau, puis à son évaporation;
- l'air du flux de purge n'est plus assez sec et le gradient d'humidité est inexistant ou trop faible dans le sécheur entre les deux flux. La régulation de l'humidité, basée sur un transfert d'eau entre le flux échantillonné et le flux de purge moins humide, n'est alors plus possible.

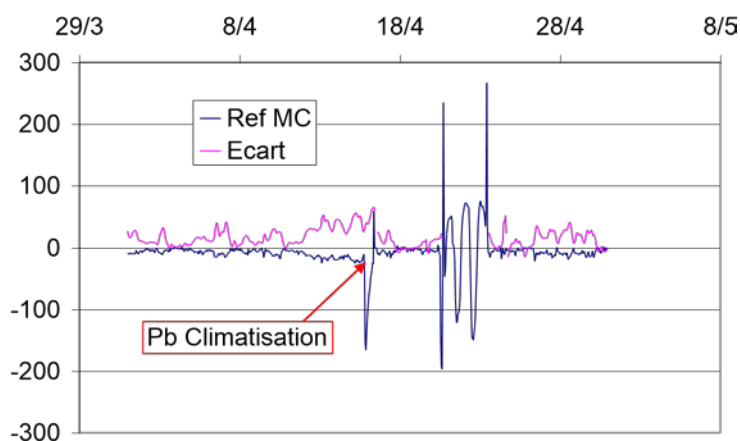


Figure 5 : Exemple de perturbation induite par un problème de climatisation dans la station fixe. (Atmo Picardie)

Température critique de la station : Il est impératif de maintenir une température de travail comprise entre 18 et 25°C. Veiller à isoler la ligne d'échantillonnage et éviter tout flux direct du climatiseur sur l'instrument.

FICHE 9 : CHANGEMENT DU FILTRE DE PURGE

Afin de limiter le risque d'entrée de l'humidité à l'intérieur du circuit d'air du TEOM-FDMS et de réduire les temps de redémarrage consécutifs aux changements de filtre de purge du TEOM-FDMS, il est recommandé de :

- Préparer à l'avance un filtre de purge neuf inséré dans le porte-filtre. Le protéger correctement s'il n'est pas préparé sur site,
- Forcer le passage de l'électrovanne du TEOM-FDMS en position mode "BASE" afin de réduire la quantité d'air humide et chaud pouvant pénétrer dans le circuit :
 - o pour les TEOM-FDMS type 8500C : appuyer sur la touche data stop de l'instrument. Puis taper sur le clavier (14 puis enter). Appuyer sur la touche F8 du clavier pour basculer la vanne sur la voie BASE.
 - o pour les TEOM-FDMS 1405F et DF utiliser l'assistant « Menu/service/maintenance/replace TEOM filters ». Celui-ci guide l'utilisateur pas à pas pour le changement des filtres (collection et purge).
- Ouvrir la trappe du filtre de purge, enlever l'ancien filtre (avec son porte filtre), vérifier visuellement l'état du joint, mettre le nouveau et refermer la trappe dans un délai le plus court possible ;
- Relancer le TEOM-FDMS type 8500C en appuyant sur la touche RUN. Les TEOM-FDMS type 1405-F et DF repassent automatiquement en phase d'acquisition de données une fois sorti du menu service.

L'ensemble des opérations pourra être réalisé avec des gants non poudrés et des pinces pour manipuler le filtre.

FICHE 10 : BLANC D'INSTRUMENT

Préalablement à la réalisation du blanc d'instrument, il faut veiller :

- à la qualité du filtre haute capacité utilisé;
- remplacer les filtres de la microbalance et du Peltier;
- vérifier que les paramètres de fonctionnement sont corrects.

Le blanc d'instrument peut être effectué une fois ces conditions remplies.

Compte-tenu de la sensibilité des TEOM-FDMS à l'humidité² il est conseillé:

- d'effectuer la vérification du blanc en dehors de fortes périodes de pluies ;
- de laisser le TEOM-FDMS muni d'un filtre haute capacité en mode mesure pendant un minimum de 32 heures ;
- d'étudier les moyennes quart-horaires et écart-types des concentrations (Mass Conc, BASE Mass Conc et «REFERENCE Mass Conc) correspondant aux 8 dernières heures de fonctionnement avec le filtre haute capacité en tête de ligne.

Seulement et si seulement à la suite de la mise en œuvre des éléments ci-dessus, le blanc d'instrument n'est pas satisfaisant alors le bon fonctionnement du sécheur pourra être mis en cause.

² Montage alternatif avec montage du filtre à l'intérieur de la station dans le « Guide méthodologique pour la surveillance des PM10 et PM2,5 par TEOM-FDMS dans l'air ambiant » (S. VERLHAC _2013) disponible sur le site du LCSQA, www.lcsqa.org

FICHE 11 : MESURES BRUTEES

Ici figurent les éléments à surveiller pouvant avoir une incidence sur la mesure :

- Vérification du bon positionnement du filtre de collection ;
- Régulation des températures de l'ensemble de la ligne d'échantillonnage (i.e. tube d'échantillonnage en tête et bout de la ligne d'échantillonnage et au niveau de la microbalance) dont l'impact peut être avéré sans générer de code d'erreur (tolérance constructeur de 0,5°C or au-delà de 0,1°C, un impact est possible);
- Régulation du Peltier : Bien vérifier la régulation du Peltier. Une alarme par rapport à la consigne de régulation des 4°C ne se déclenche qu'à partir d'un écart de $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Une influence sur la qualité de la mesure est possible avant que cette alarme ne se déclenche;
- Purge du Peltier (recommandé une fois par an minimum) : de l'humidité peut être emprisonnée dans le système de purge et impacte la mesure de la voie REFERENCE. Changer les filtres de collection et de purge simultanément en voie BASE ;
- Etalonnage (voir remplacement) de la carte d'amplification qui améliore la valeur du bruit. Une oscillation dans de très faibles valeurs de concentration de la voie REFERENCE peut être un symptôme du mauvais fonctionnement de celle-ci.

LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Procédure pour la réalisation du test de fuite	5
Annexe 2	Paramètres d'acquisition	1

ANNEXE 1

PROCEDURE POUR LA REALISATION DU TEST DE FUITE

Test de fuite du circuit principal « main flow » sur TEOM 1400AB/FDMS 8500C

Principe :

Le test de fuite du débit principal « main flow » préconisé dans les manuels THERMO et ECOMESURE consiste à mettre l'intégralité du système sous un vide poussé de l'ordre de 100 mbar absolu (900 mbar de dépression par rapport à l'atmosphère). Ceci consiste à exercer une force de 0.9 Kilo/cm² sur la majeure partie des composants du système et notamment sur les joints.

Bien que le système soit prévu pour résister à ces forces, l'application d'une telle pression peut masquer certaines fuites et causer certains problèmes :

- Un joint à lèvres usé ou déformé peut être aspiré et boucher une fuite existante (joint de balance TEOM, joint de vanne FDMS,..)
- Un raccord rapide mal enfoncé peut devenir momentanément étanche sous vide
- Un joint torique ayant perdu son élasticité peut redevenir étanche si les brides qui le compriment sont mises sous vide (joint interne de balance TEOM, raccord rapide)
- Le filtre TEOM et également le filtre FDMS, s'ils n'ont pas été retirés, peuvent être endommagés
- Si la vanne FDMS bascule alors que le système est sous vide, les joints de vanne peuvent être endommagés

Pour ces raisons, une nouvelle méthode de test de fuite est proposée, qui ne soumet le système qu'à une dépression de l'ordre de 50 mbar.

Le principe consiste à mesurer le débit principal « main flow » qui, par défaut, est fixé à 3.00 l/mn en conditions normales d'utilisation. En conditions normales d'utilisation, tous les composants du système en amont de la microbalance TEOM sont pratiquement à la pression atmosphérique (flow splitter, sécheur Nafion, vanne FDMS, joint en V de microbalance, joints toriques du système de détection d'oscillation).

Les éléments situés entre l'élément oscillant TEOM et les vannes de régulation sont soumis à une dépression variable dépendant de la charge du filtre TEOM (raccord de sortie de microbalance, tube noir de liaison, filtre de protection, débitmètre, etc).

Les éléments situés en aval des vannes de régulation sont soumis à la pression de fonctionnement de la pompe qui ne varie pas au cours du test.

Pour mettre en évidence la présence d'une fuite, la procédure consiste à dépressuriser l'intérieur du système. Cette dépressurisation est contrôlée et est de l'ordre de 5% de la dépressurisation du protocole classique. Ceci permet de limiter les forces qui vont s'exercer sur les différents composants.

En absence de dépressurisation, une fuite mineure entre l'intérieur du système et l'extérieur aura un effet limité car la différence de pression n'est pas suffisante pour créer un débit important. La dépressurisation contrôlée de l'intérieur du système aura comme effet d'augmenter le débit de fuite. Comme le système TEOM régule les débits d'aspiration à une valeur constante, le débit aspiré en entrée du système va être diminué de la valeur du débit de fuite.

Remarque

Cette technique est limitée aux composants qui se situent en amont des régulateurs de débit.

Les composants en aval sont à pression constante et ne sont pas testés (connecteurs en face arrière de l'unité de contrôle, raccords « purge in », « purge out »). Une fuite sur ces composants sera détectée soit par un vide de pompe trop élevé, soit par un point de rosée échantillon anormal.

La procédure va donc consister à mesurer la variation du débit d'entrée du circuit principal quand le système est dépressurisé. La variation du débit mesurée en entrée correspond au débit de la fuite.

Procédure standard :

Si le test est effectué en dehors de l'abri :

- Vérifier le pourcentage de colmatage du filtre TEOM, s'il est supérieur à 70%, installer un filtre neuf
- Retirer la tête PM-10
- Retirer le tube vert connecté sur le raccord « bypass » du flow splitter et obturer le raccord du flow splitter au moyen d'un bouchon Swagelock 3/8".
- Installer sur le flow splitter les éléments suivants dans l'ordre :
 - un adaptateur de débit, vanne **ouverte**.
 - une vanne de réglage fin grande ouverte (par exemple la vanne Swagelock B-4L2)
 - un débitmètre électronique (par exemple un TetraCal)

Le débitmètre doit avoir une résolution de 0.01 l/mn et doit être très stable. Les débitmètres à piston ne sont pas recommandés pour cet essai car leur fonctionnement est cyclique et leur perte de charge est variable à débit constant.

- Noter la valeur du débit d'aspiration lue par le débitmètre électronique avec une résolution de 0.01 l/mn
- Observer la perte de charge (filter load) en pourcent sur l'écran du TEOM.
- Fermer lentement la vanne de réglage fin jusqu'à obtenir une indication de perte de charge augmentée de 10% en absolu (par exemple si la valeur de perte de charge initiale est de 32%, fermer la vanne jusqu'à obtenir une indication de 42%)
- Observer la valeur de débit :
 - Si la valeur a baissé de moins de 0.03 l/mn, le système est étanche
 - Si la valeur a baissé de 0.03 l/m ou plus, il convient d'entreprendre une procédure de recherche de fuite.

Procédure alternative pour installation sous abri

Il peut s'avérer difficile de régler la vanne de dépressurisation si celle-ci est installée à l'extérieur de l'abri et d'observer simultanément l'écran du TEOM à l'intérieur de l'abri. Dans ce cas, suivre la procédure suivante :

A l'intérieur de l'abri

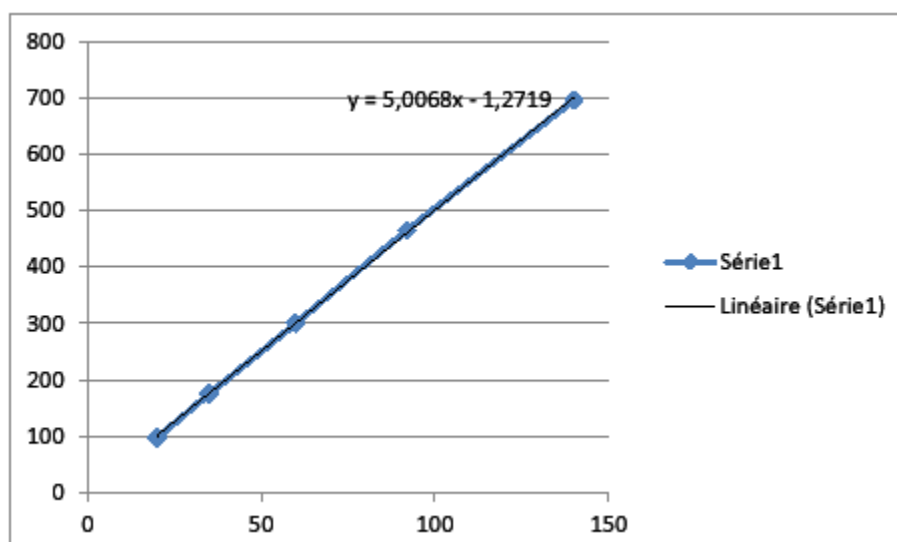
- ✓ Vérifier le pourcentage de colmatage du filtre TEOM, s'il est supérieur à 70%, installer un filtre neuf
 - ✓ Désengager le tube vert (ligne de bypass) reliant le flow splitter à l'électronique du TEOM au niveau du filtre de protection à l'arrière de l'électronique du TEOM
 - ✓ Installer sur ce tube vert une vanne de réglage fin grande ouverte (par exemple la vanne Swagelock B-4L2)
 - ✓ De l'autre côté de la vanne, installer le débitmètre électronique de contrôle (par exemple un TetraCal)
- Le débitmètre doit avoir une résolution de 0.01 l/mn et doit être très stable. Les débitmètres à piston ne sont pas recommandés pour cet essai car leur fonctionnement est cyclique et leur perte de charge est variable à débit constant.

A l'extérieur de l'abri

- ✓ Retirer la tête PM-10
- ✓ Installer sur le flow splitter un adaptateur de débit avec la vanne **fermée**

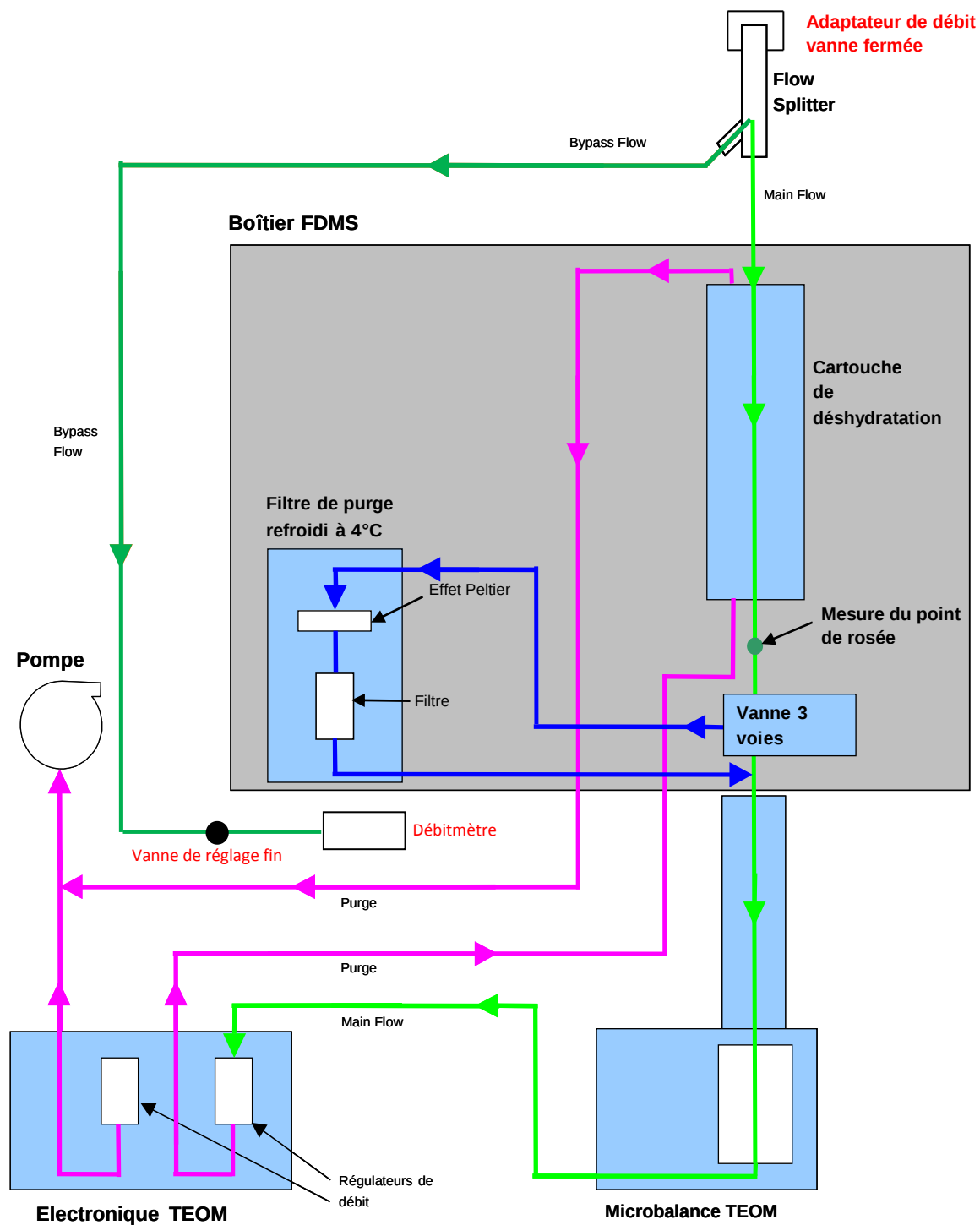
A l'intérieur de l'abri

- ✓ Noter la valeur du débit d'aspiration lue par le débitmètre électronique avec une résolution de 0.01 l/mn
- ✓ Observer la perte de charge (filter load) en pourcent sur l'écran du TEOM
- ✓ Fermer lentement la vanne jusqu'à obtenir une indication de perte de charge augmentée de 10% en absolu (par exemple si la valeur de perte de charge initiale est de 32%, fermer la vanne jusqu'à obtenir une indication de 42%)
- ✓ Observer la valeur de débit :
 - Si la valeur a baissé de moins de 0.03 l/mn, le système est étanche
 - Si la valeur a baissé de 0.03 l/m ou plus, il convient d'entreprendre une procédure de recherche de fuite.

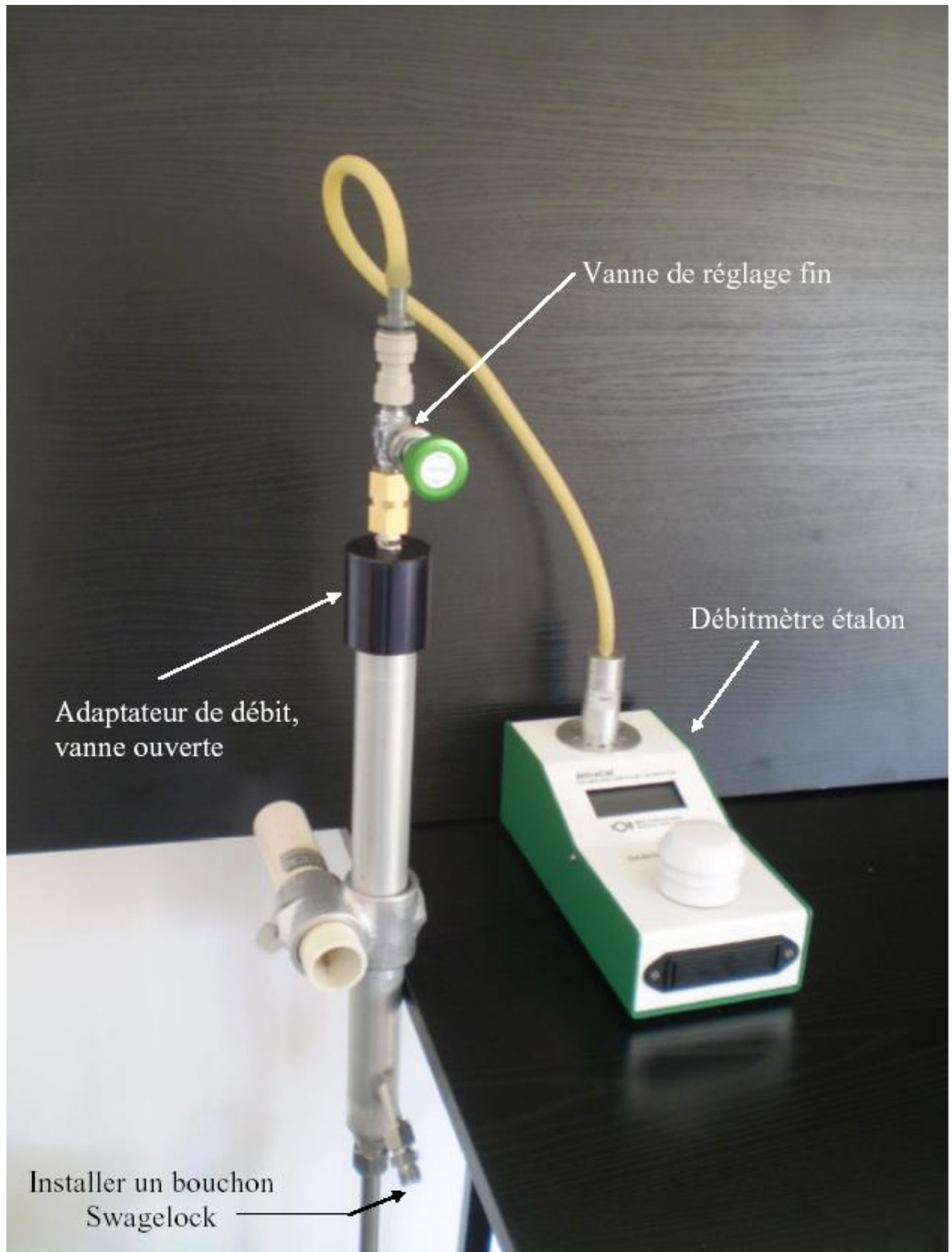


Dépressurisation en mbar
en fonction du pourcentage
de colmatage lu par le
TEOM

Installation sous abri



Procédure standard



ANNEXE 2

PARAMETRES D'ACQUISITION

Les paramètres d'intérêt, listés en dessous, peuvent être observés ou enregistrés pour les TEOM-FDMS, dans la limite de huit pour les TEOM-FDMS type 8500C et de 20 pour les type 1405-F et DF si on utilise leur mémoire (i.e. buffer de données).

Pour les TEOM-FDMS 1405-F (8 maximum pour les TEOM-FDMS type 8500C) :

- 1 : Mass concentration
- 2 : REFERENCE concentration
- 3 : BASE concentration
- 4 : Cap température
- 5 : Case température
- 6 : Air température
- 7 : Sample dew
- 8 : ambient dew
- 9 : température Peltier
- 10 : Dépression de pompe
- 11 : Charge du filtre
- 12 : débit principal (main flow)
- 13 : Noise
- 14 : Température ambiante
- 15 : HR ambiante
- 16 : Pression ambiante

Pour les TEOM-FDMS type 1405-DF :

- 1 : System status
- 2 : Case température
- 3 : Cap température
- 4 : Air tube temp
- 5 : Air tube coarse temp
- 6 : PM REFMC
- 7 : PM BASE MC
- 8 : PM Coarse REFMC
- 9 : PM Coarse BASE MC
- 10 : Teom noise
- 11 : PM Coarse teom noise
- 12 : main flow rate
- 13 : Coarse flow rate
- 14 : Filter load
- 15 : Filter coarse load
- 16: Cooler temp
- 17 : PM coarse cooler temp
- 18 : Vacuum pump pressure
- 19 : Dryer dew point
- 20 : PM coarse dryer dew point