LCSQA

Laboratoire Central
de Surveillance de la Qualité de l'Air

THEME « METROLOGIE DES PARTICULES PM_{10} ET $PM_{2.5}$»

GUIDE POUR L'UTILISATION DES JAUGES RADIOMETRIQUES BÊTA MP101M ENVIRONNEMENT SA (version 2012)

Programme 2012

Sabine CRUNAIRE, François MATHE
Benoît HERBIN (LCSQA – Mines Douai)

MINES Douai

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

PREAMBULE

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'Ecole des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement, en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique, supportés financièrement par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (Bureau de la Qualité de l'Air) du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE), 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 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.

Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

ECOLE DES MINES DE DOUAI

DEPARTEMENT CHIMIE ET ENVIRONNEMENT

Programme financé par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC)

2012

Guide pour l'utilisation des jauges radiométriques Bêta MP101M d'Environnement SA (version 2012)

Sabine CRUNAIRE
François MATHE
Benoît HERBIN

Convention : 2200624769 ***Programme 2012***

LCSQA – Ecole des Mines de Douai, Département Chimie et Environnement

SOMMAIRE

RESUME 11

1. INSTALLATION SUR SITE EN STATION CLIMATISEE..... 12

2. VERIFICATION DES PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT EN ROUTINE - PROGRAMME D'ASSURANCE QUALITE/CONTROLE QUALITE (QA/QC) A METTRE EN ŒUVRE LORS DE L'UTILISATION DES RADIOMETRES BETA MP101M 13

3. PARAMETRES COMPLEMENTAIRES POUVANT ETRE MIS EN PLACE SUITE AU RETOUR D'EXPERIENCE DES UTILISATEURS 43

Résumé

Guide pour l'utilisation des jauges radiométriques Bêta MP101M d'Environnement SA

Sabine CRUNAIRE, François MATHE, Benoît HERBIN (LCSQA-MD)
sabine.crunaire@mines-douai.fr, tel : + 33 (0)3 27 71 26 01

L'absorption de rayonnement bêta et la mesure par variation de fréquence constituent à ce jour les 2 techniques usuelles en AASQA pour la mesure automatique de la concentration massique des particules en suspension dans l'air ambiant. Ceci est la conséquence de la démonstration d'équivalence obtenue en 2006, confirmée en 2008, 2010 et 2011 par les exercices d'intercomparaison sur site menés par le LCSQA.
Concernant la jauge bêta, le système centralisé de gestion administrative des sources radioactives mis en place depuis 2010 a facilité les démarches administratives pour les AASQA. Compte tenu du redéploiement technique en vue de respecter l'échéance de 2013 fixée par la Directive n°2008/50/CE sur la conformité des techniques de mesure, des AASQA ont adopté cette technique ou envisagent de le faire.
Le présent guide a pour objectif de fournir une aide aux utilisateurs des jauges radiométriques MP101M d'Environnement SA en leurs fournissant une première liste de procédures à mettre en œuvre ainsi qu'un échéancier à respecter pour permettre le bon fonctionnement de l'outil en routine. Ce guide a été rédigé sur la base des documents et échanges avec le constructeur ainsi qu'à partir du retour d'expérience du personnel des AASQA (journées techniques des AASQA, journées utilisateurs, etc.). Ce guide pour l'utilisation de la MP101M pourra évoluer et devra être remis à jour régulièrement en fonction des remarques et propositions des utilisateurs. Les modalités d'évolution de ce document sont à définir collectivement, et pourront être discutées en Commission de Suivi "Mesure des particules en suspension". En attendant, toutes les remarques peuvent être adressées directement par email à Sabine Crunaire (sabine.crunaire@mines-douai.fr), François Mathé (francois.mathe@mines-douai.fr) ou Benoît Herbin (benoit.herbin@mines-douai.fr)
L'objectif à court terme est d'élaborer un guide similaire pour l'autre jauge radiométrique homologuée en France, à savoir l'appareil BAM 1020 de la marque Met One.

1. INTRODUCTION

Ce guide donne des recommandations en terme d'Assurance Qualité – Contrôle Qualité pour la jauge radiométrique de marque Environnement SA modèle MP101M pour la mesure réglementaire des PM_{10} et $PM_{2.5}$ par les AASQA. En tant qu'appareil homologué, il est soumis à des exigences sur la qualité des données telles que fixées par l'arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public. Le présent guide constitue donc un document de référence pour les utilisateurs, destiné à évoluer en fonction du retour d'expérience.
Certains critères QA/QC définis dans ce guide se basent sur la spécification technique XP CEN/TS16450 « Air ambiant — Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM_{10}; $PM_{2.5}$) » élaborée par le comité technique CEN/TC 264. Ce texte est destiné à moyen terme à devenir la méthode de référence pour la mesure de la concentration massique des particules en suspension dans l'air ambiant.

A ce jour, plus d'une centaine de jauges bêta MP101M sont installées et fonctionnent sur l'ensemble du territoire français depuis maintenant plus de 15 ans et trois générations d'appareils coexistent actuellement au sein des AASQA (voir Figure 1). La majorité du parc est couverte par les versions « LCD » et « LCD - New ».

MP101M « Fluo » **MP101M « LCD »** **MP101M « LCD – New »**

Figure 1 : Les différentes générations de jauges MP101M utilisées en AASQA

2. INSTALLATION INITIALE SUR SITE EN STATION CLIMATISEE

L'installation initiale des appareils MP101M d'Environnement SA destinés à la surveillance réglementaire des particules en suspension doit se faire dans les conditions suivantes :

- Version de soft : V2.0.b ou ultérieure
- Installation dans des stations climatisées dont la température maximale recommandée ne dépasse pas 26°C ;
- Utilisation d'un conduit de prélèvement de type RST modifié (c'est-à-dire avec chauffage du conduit sur un mètre) de longueur appropriée à la configuration de la station (1, 2 ou 2,75 mètres) ;
- Mise à la masse du conduit RST recommandée voire obligatoire dans certaines configurations de stations : présence de lignes à haute tension, épisodes orageux fréquents, etc. La mise à la masse du châssis de l'appareil ne fait l'objet d'aucune recommandation de la part d'Environnement SA ;
- Conditionnement du compteur Geiger par la réalisation d'une série d'au moins 10 tests jauge (voir Fiche 1 ci-dessous).

3. VERIFICATION DES PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT EN ROUTINE - PROGRAMME D'ASSURANCE QUALITE /CONTROLE QUALITE (QA/QC) A METTRE EN ŒUVRE LORS DE L'UTILISATION DES RADIOMETRES BETA MP101M

Afin d'assurer la conformité des mesures issues de la MP101M vis à vis des objectifs de qualité des données fixés par la Directive européenne 2008/50/CE (notamment une incertitude de ± 25% dans la région de la valeur limite pour un taux de données valides ≥ 90%) et pour satisfaire aux critères indiqués dans la spécification technique européenne (reprise en France en norme expérimentale) XP/CEN TS 16450, il est nécessaire de mettre en place un suivi du fonctionnement des appareils à partir de la réception puis de façon périodique tout au long de la « vie » de l'appareil.
L'un des objectifs principaux de ce suivi est de maîtriser le fonctionnement interne de la jauge Bêta MP101M, afin de faciliter son utilisation par les opérateurs, de détecter les dysfonctionnements et d'aider à la validation des données. En d'autres termes il s'agit d'assurer la qualité des données produites en construisant une approche QA/QC basée sur l'approche décrite dans les normes EN utilisées pour la mesure des gaz inorganiques « classiques » (SO_2, O_3, NO_x, CO) et sur les critères indiqués dans la TS 16450. Dans le Tableau 1 ci-dessous, à un paramètre jugé « pertinent » est associée sa périodicité de contrôle, l'outillage nécessaire et une fiche / procédure spécifique.

Tableau 1 : Liste des opérations QA/QC pouvant être mises en œuvre

Paramètre	Fréquence de vérification	Version d'appareil concernée	Outillage nécessaire	Référence / Procédure
Contrôle jauge (test jauge + test masse)	A la mise en service puis semestrielle	Toutes	Cale étalon de densité surfacique connue	Fiches 1 et 2
Vérification des sondes de température et humidité relative	Trimestrielle (cette fréquence peut passer à semestrielle lorsqu'un historique suffisant a démontré que les écarts restaient conformes aux exigences)	Toutes	Sondes de température atmosphérique et d'humidité relative de référence	Fiches 3 et 4
Contrôle du groupe de pompage	Annuelle	Toutes	Kit de maintenance pompe correspondant au modèle de pompe utilisé	Fiche 5 (pompe Picolino) / Fiche 6 (pompe KNF)
Nettoyage de la tête de prélèvement	Mensuelle	Toutes	Air comprimé Brosse souple Ecouvillon Graisse silicone	Fiche 7
Remplacement du ruban filtre	Lorsqu'une alarme « fin papier » ou « papier déchiré » s'affiche	Toutes	Ruban filtre Ruban adhésif	Fiche 8
Vérification de la tension exercée sur le filtre	Annuelle ou lors du remplacement du ruban filtre	Toutes	-	Fiche 9

Paramètre	Fréquence de vérification	Version d'appareil concernée	Outillage nécessaire	Référence / Procédure
Contrôle du débit	Conseillée mensuelle – Recommandée trimestrielle ou lors du changement de ruban filtre	Toutes	Débitmètre de référence raccordé et muni de son embout	Fiche 10
Test d'étanchéité	Conseillée mensuelle – Recommandée trimestrielle ou lors du changement de ruban filtre	Toutes	Débitmètre de référence raccordé et muni de son embout Bouchon adaptable à l'entrée d'aspiration (appareil ou ligne de prélèvement)	Fiche 11
Etalonnage / ajustage de la jauge Bêta	- Semestrielle ou lors de la première installation, - après remplacement du ruban filtre, - après remplacement du détecteur ou de la source, - si un test masse (cf. Fiche 2) ne donne pas de résultat correct	Toutes	Cale étalon de densité surfacique connue	Fiche 12
Etalonnage / ajustage du débit d'aspiration	Semestrielle ou lors de la première installation, - après remplacement du ruban filtre - si le test de débit (cf. Fiche 9) ne donne pas de résultat correct	Toutes	Débitmètre de référence raccordé et muni de son embout	Fiche 13
Test de contamination	A la mise en service puis Test facultatif / Semestrielle	MP101M « LCD » et MP101M « LCD-New »	-	Fiche 14
Vérification de l'horloge	Quotidien / Hebdomadaire	Toutes	-	Fiche 15
Vérification des messages d'erreur	Quotidien / Hebdomadaire	Toutes	-	Fiche 16
Vérification de la stabilité du détecteur	Trimestrielle	Toutes	-	Fiche 17
Vérification des signaux MUX (paramètres électriques)	Trimestrielle	Toutes	-	Fiche 18
Vérification de la linéarité	Annuelle à bisannuelle	Toutes	Jeu de 3 cales étalon de différentes densités surfaciques (disponible sur demande au LCSQA-EMD)	Fiche 19

Paramètre	Fréquence de vérification	Version d'appareil concernée	Outillage nécessaire	Référence / Procédure
Test de vérification du zéro (blanc instrument)	Annuelle	Toutes	Filtre HEPA-PAC Embout de raccordement (réf. P02-1571)	Fiche 20

Les fiches sont détaillées ci après :

Fiche 1 : Test jauge

Ce test permet de vérifier la stabilité des mesures effectuées par la jauge Bêta, en contrôlant le niveau du zéro du système dans son intégralité. Ce contrôle reste facultatif et est à placer en diagnostic d'un test zéro de mauvaise qualité (dû à une instabilité du Geiger par exemple).

Il est réalisé sur une série de **6** mesures de blancs effectuées sur la même portion du ruban filtre.

Les critères à vérifier sont :

- Moyenne des **5** dernières valeurs (en coups/s) (la première valeur est à écarter) ⇒ **l'écart par rapport à la précédente moyenne** (i.e. celle effectuée 6 mois auparavant) **des blancs ne doit pas dépasser ± 200 coups/s**
- Mesure de masse moyenne (µg/cm^2) ⇒ **la valeur absolue ne doit pas dépasser 5 µg/cm^2**
- Ecart-type sur la moyenne ⇒ **la valeur ne doit pas dépasser 5 µg/cm^2**

Si l'un ou plusieurs des critères précédents n'est ou ne sont pas respecté(s).

Solution 1 : Recommencer le test. Jusqu'à 3 essais, on peut considérer que le test jauge est satisfaisant.

Solution 2 : Remplacer le détecteur (un bruit élevé au niveau du détecteur induit une instabilité des mesures). Un conditionnement sera nécessaire (par la réalisation d'une série d'au moins 10 tests jauge a minima)

Si uniquement la valeur moyenne des 5 blancs a chuté depuis le test jauge précédent
Solution 3 : Effectuer un test de contamination pour vérifier si la source est endommagée (voir Fiche 14).

Fiche 2 : Test masse

Ce test permet de vérifier la stabilité de la mesure de masse effectuée sur une cale étalon dont la densité surfacique est connue. Il est réalisé sur une série de **5** mesures de masse précédées chacune d'une mesure de blanc réalisée sur filtre ruban vierge.

Les critères à vérifier sont :

- Mesure de masse moyenne ⇒ **l'écart par rapport à la valeur indiquée pour la cale étalon ne doit pas dépasser ± 30 µg/cm^2**
- Ecart-type sur la moyenne ⇒ **la valeur ne doit pas dépasser 15 µg/cm^2**

Si l''un ou plusieurs des critères précédents n'est ou ne sont pas satisfaisant(s) :

Solution : Recommencer le test. Sinon, il faut procéder à un nouvel étalonnage de la jauge Bêta (voir Fiche 12).

Fiche 3 : Vérification des sondes de température et humidité relative

Ce test permet de vérifier la concordance des valeurs de température atmosphérique et humidité relative par rapport aux valeurs données par des sondes de référence.

Les valeurs de ces paramètres se trouvent dans le menu « Menu général ⇨ Carte(s) I2C ⇨ Carte RST »

Les critères à vérifier sont :

- Humidité relative ⇒ **l'écart par rapport à la valeur indiquée par la sonde de référence ne doit pas être supérieur à la tolérance maximale fixée par l'utilisateur (à défaut supérieur à la valeur donnée dans l'XP CEN/TS 16450 = ± 5%)**
- Température atmosphérique ⇒ **l'écart par rapport à la valeur indiquée par la sonde de référence ne doit pas être supérieur à la tolérance maximale fixée par l'utilisateur (à défaut supérieur à la valeur donnée dans l'XP CEN/TS 16450 = ± 2°C)**
- Température de tête ⇒ **si l'humidité relative est inférieure à 60%, cette valeur doit être égale à la valeur de la température atmosphérique sinon elle doit être égale à la valeur de la température atmosphérique +5°C**

Si l'un ou plusieurs des critères précédents n'est ou ne sont pas satisfaisant(s).

Solution: Il faut procéder à un ajustement des coefficients de linéarisation A et B du ou des capteurs identifié(s) (voir Fiche 4).

Fiche 4 : Remplacement des sondes de température et humidité relative

Suite au contrôle fait en Fiche 3 : L'un ou plusieurs des capteurs de température ou humidité relative ou sonde sont défaillants ou endommagés.

Solution : Il faut procéder à un remplacement du (ou des) capteur(s). Il convient ensuite de se reporter au rapport d'étalonnage fourni avec les capteurs ou sonde afin de remplacer les coefficients A et B des capteurs respectifs dans le menu « Menu général ⇨ Carte(s) I2C ⇨ Carte RST ».

- A = 1 / pente avec la pente donnée en mV/%HR dans le cas d'un capteur d'humidité relative et en mV/°C dans le cas d'un capteur de température ;
- B = - ordonnée à l'origine x 1000 / pente avec l'ordonnée à l'origine donnée en V quelque soit le capteur et la pente comme définie ci-dessus.

<u>Fiche 5</u> : Contrôle du groupe de pompage Picolino

Cette action est une action préventive destinée à garantir un fonctionnement optimal de la pompe à palettes Picolino nécessaire au bon fonctionnement des MP101M (régulation de débit).

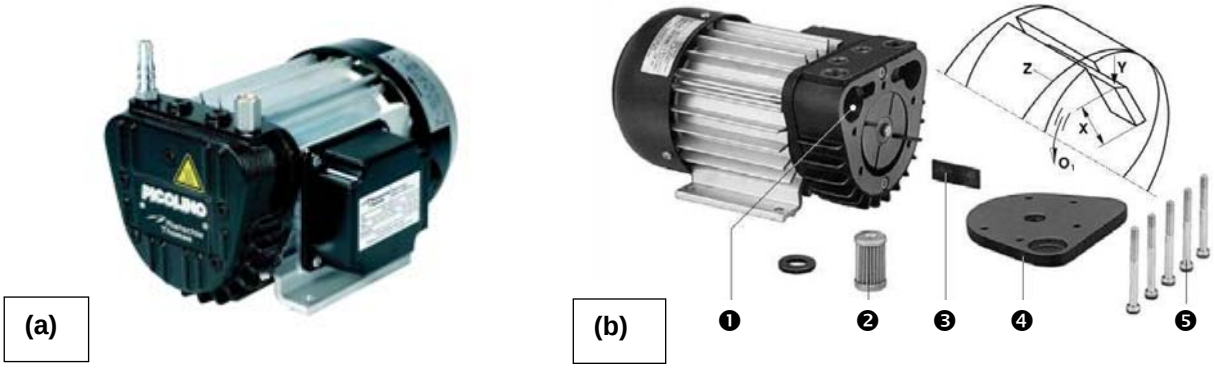

Figure 2 : (a) Photographie d'une pompe Picolino.

(b) Photographie d'une pompe Picolino avec vue éclatée des éléments composant le corps de pompe.

<u>Procédure de vérification :</u>

1. Arrêter le cycle de mesure en cours sur l'appareil en appuyant sur la touche F5 « Menu général ⇨ Mesure ⇨ Synoptique »
2. Déconnecter la pompe de l'analyseur : déconnexion électrique et fluidique à l'arrière de l'appareil
3. Désassembler le couvercle de corps (❹) en desserrant les 5 vis (❺)
4. Sortir la cartouche filtrante (❷) logée dans l'orifice (❶)
5. Inspecter la cartouche filtrante (❷) :
    a. Si la cartouche est légèrement poussiéreuse, retirer la poussière en faisant passer de l'air comprimé de l'intérieur de la cartouche vers l'extérieur
    b. Si la cartouche est fortement poussiéreuse ou huileuse, il faut la remplacer
6. Sortir les palettes (❸)
7. Contrôler l'état d'usure des palettes (❸) en mesurant la hauteur (X) de chacune des palettes
    a. Si l'une ou plusieurs des palettes a une hauteur (X) inférieure à 10 mm, il faut remplacer les 4 palettes par des palettes neuves
    b. Si toutes les palettes ont une hauteur (X) supérieure à 10 mm, les nettoyer avec un chiffon doux non pelucheux
8. Nettoyer le corps de pompe et les fentes du rotor à l'air comprimé
9. Remonter la cartouche filtrante en changeant les joints qui l'entoure si nécessaire (joints cassant ou huileux)
10. Remonter les palettes en vérifiant bien que le chanfrein (Y) soit positionné comme sur la Figure 2-(b)
11. Remonter le couvercle de corps
12. Reconnecter la pompe à l'analyseur (électrique et fluidique)
13. Vérifier le débit d'aspiration (cf. Fiche 10)

Fiche 6 : Contrôle du groupe de pompage KNF

Cette action est une action préventive destinée à garantir un fonctionnement optimal de la pompe à membrane bi-corps KNF nécessaire au bon fonctionnement des MP101M (régulation de débit).

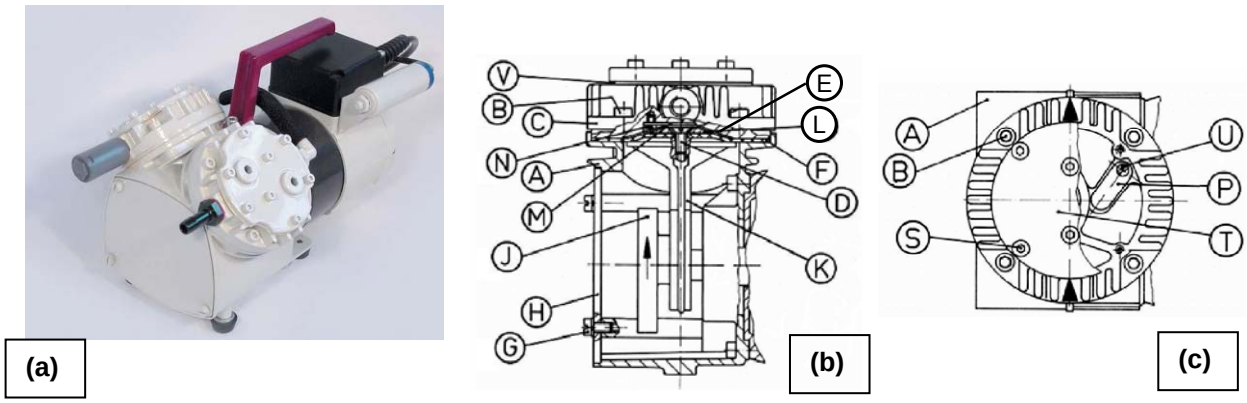

Figure 3 : (a) Photographie d'une pompe KNF bi-corps à membrane.
(b) Vue schématique en coupe longitudinale.
(c) Vue de dessus de la partie comprenant la culasse (C).

Procédure de vérification d'une tête de pompe.
ATTENTION : entre les sections 4 et 20, les actions devront être répétées pour la seconde tête de pompe :

1. Arrêter le cycle de mesure en cours sur l'appareil en appuyant sur la touche F5 « Menu général ⇨ Mesure ⇨ Synoptique »
2. Déconnecter la pompe de l'analyseur : déconnexion électrique et fluidique à l'arrière de l'appareil
3. Déconnecter le raccordement pneumatique entre les 2 têtes de pompe
4. Marquer par un trait de feutre les éléments T (couvercle), C (culasse) et A (corps de pompe) afin de pouvoir les replacer dans le même axe longitudinal lors du remontage
5. Désassembler les parties T et C en retirant les 4 vis de fixation B à l'aide d'une clé Allen (ou clé 6 pans ou clé BTR)
6. Désassembler les parties E (disque de serrage), L (rondelle éventail) et F (membrane) en retirant la vis D
7. Accéder à la partie mécanique du corps de pompe en retirant les 4 vis G et le couvercle H
8. Tourner le contrepoids de façon à amener la bielle (K) en milieu de course
9. Mettre la nouvelle membrane (F)
10. Procéder, si nécessaire, au nettoyage des différentes pièces précitées à l'aide d'un chiffon doux non-pelucheux
11. Remettre en place, au dessus de la membrane les parties L (rondelle éventail) et E (disque de serrage), dans cet ordre et serrer fortement l'ensemble à l'aide de la vis (D)
12. Remettre en place l'ensemble couvercle (T) et culasse (C) en respectant bien le trait de position
13. Fixer l'ensemble à l'aide des 4 vis de fixation (B) qui seront vissées en croix et alternativement de façon à répartir les forces sur l'ensemble de l'assemblage

14. Contrôler le fonctionnement en tournant le contrepoids à la main. Si la manœuvre présente un « point dur », il faut revérifier le serrage des différentes parties
15. Retirer le couvercle T de la culasse en dévissant les 6 vis de fixation S
16. Ôter la vis N, retirer et remplacer le clapet inférieur usagé (M)
17. Vérifier l'état de la culasse, du couvercle et des logements de clapets
    a. Si vous constatez, la présence sur l'une ou plusieurs de ces pièces d'aspérités, de rayures ou de traces de corrosion, il faut remplacer les pièces défectueuses
    b. Sinon, procédez à un nettoyage des pièces à l'aide d'un chiffon doux non-pelucheux
18. Ôter la vis U, retirer et remplacer le clapet supérieur usagé (P)
19. Remplacer le joint V
20. Reposer le couvercle T à l'aide des 6 vis de fixation (S) qui seront vissées en croix et alternativement de façon à répartir les forces sur l'ensemble de l'assemblage
21. Reconnecter les 2 têtes de pompe entre elles
22. Reconnecter la pompe à l'analyseur (électrique et fluidique)
23. Vérifier le débit d'aspiration (cf. Fiche 10)

<u>Fiche 7</u> : Nettoyage de la tête de prélèvement

En fonction de l'équipement utilisé comme tête de prélèvement, à savoir la tête américaine US-EPA (a) ou européenne (b), la procédure à adopter pour le nettoyage est différente.

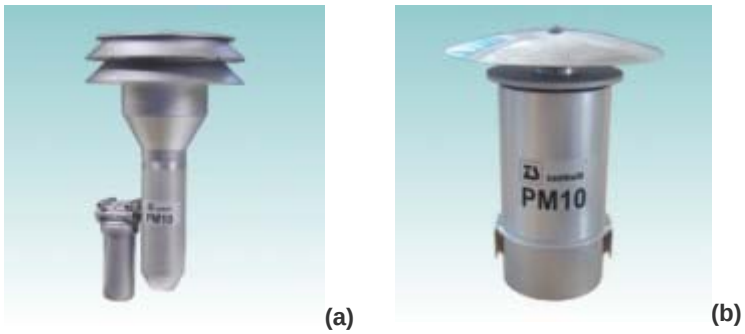

Figure 4 : (a) Photographie d'une tête de prélèvement PM_{10} américaine US-EPA. (b) Photographie d'une tête de prélèvement PM_{10} européenne.

Procédure associée au nettoyage de la tête US-EPA (a) :

1. Séparer la tête de prélèvement du tube en tirant la tête doucement vers le haut
2. Vider le bocal de décantation (si besoin est)
3. Nettoyer la grille d'entrée à l'aide d'une brosse souple en nylon
4. Séparer la partie haute et la partie basse de la tête de prélèvement en dévissant
5. Nettoyer l'intérieur du conduit d'aspiration à l'aide d'un écouvillon
6. Dépoussiérer les 3 orifices de la partie basse de la tête à l'aide d'un écouvillon
7. Remonter la tête de prélèvement et replacer là sur le conduit

Procédure associée au nettoyage de la tête européenne (b) :

1. Desserrer la bague de fixation que se situe sous la partie basse de la tête de prélèvement
2. Séparer la tête de prélèvement du conduit d'aspiration en la tirant doucement vers le haut
3. Nettoyer la grille d'entrée à l'aide d'une brosse souple en nylon
4. Déclipser les fixations qui se situent entre la partie haute et la partie basse de la tête pour désolidariser ses deux parties
5. Nettoyer la plaque d'impaction qui est fixée à la partie basse de la tête. Si besoin, utiliser de l'alcool pour nettoyer la graisse résiduelle.
6. Remettre une couche de graisse silicone pour les applications vide sur la plaque d'impaction
7. Dépoussiérer à l'air comprimé les 8 orifices de la partie haute de la tête
8. Remonter la tête de prélèvement et replacer là sur le conduit

Fiche 8 : Remplacement du ruban filtre

Symptôme : Une alarme « Fin papier » ou « Papier déchirée » est affichée.
Remède : Il est nécessaire de vérifier la position du ruban de papier filtre et le niveau de remplissage de la bobine. Si la bobine est vide ou le ruban coupé, il est nécessaire de procéder au remplacement en suivant la procédure indiquée ci-dessous.

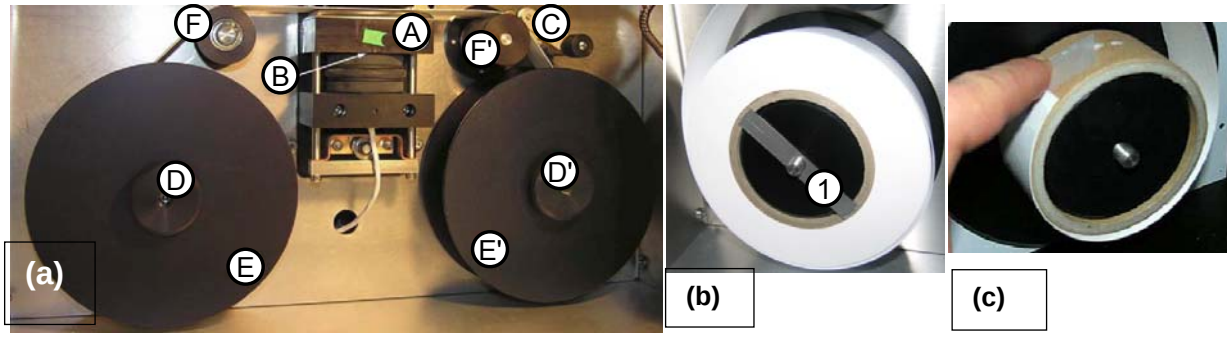

Figure 5 : (a) Photographie intérieur de l'analyseur face avant ouverte.

(b) Photographie de la bobine débitrice E.

(c) Photographie de la bobine réceptrice E'.

Procédure associée au remplacement de la bobine de ruban filtre :

1. Arrêter le cycle de mesure en cours sur l'appareil en appuyant sur la touche F5 « Menu général ⇨ Mesure ⇨ Synoptique »
2. Ouvrir la porte avant de l'analyseur
3. Faire descendre le plateau mobile de l'ensemble presseur (B) :
    a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Tests ⇨ Entrées/Sorties carte mère »
    b. Aller dans le champ « Plateau » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [>] (F6)
    c. Appuyer sur la touche [s] (en dessous de descente / F2)
4. Le moteur du plateau (A) se met en marche et s'arrête après 5 secondes
5. Soulever le galet presseur C
6. Dévisser les molettes D et D' des bobines débitrice et réceptrice
7. Retirer les flasques en plastique noir E et E' des bobines débitrice et réceptrice
8. Retirer les griffes anti-glissement (1) des bobines débitrice et réceptrice
9. Retirer le rouleau usager de la bobine réceptrice
10. Récupérer le mandrin en carton vide de la bobine débitrice et le mettre sur la roue réceptrice
11. Placer la bobine de ruban filtre neuve sur la roue débitrice de manière à ce que le papier se déroule dans le sens des aiguilles d'une montre
12. Dérouler le ruban filtre et le faire passer successivement au dessus du premier cabestan (F), au dessus du plateau (A) et au dessus du second cabestan (F')
13. Enrouler l'extrémité du ruban filtre sur la bobine réceptrice vide et la fixer à l'aide d'un morceau de ruban adhésif
14. Replacer les 2 griffes anti-glissement
15. Replacer les flasques en plastique noir E et E' des bobines débitrice et réceptrice
16. Visser les molettes D et D' des bobines débitrice et réceptrice

17. Tendre légèrement le ruban en tournant les 2 bobines vers l'extérieur
18. Baisser le galet presseur C
19. Refermer la porte de la face avant
20. Réinitialiser le compteur d'autonomie de fin de papier
    a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Configuration ⇨ Mode de mesure »
    b. Aller à la ligne « Bobine/Remplacement » à l'aide de la touche [🡅] (F4) et [🡇] (F5)
    c. Aller dans le champ « ON/OFF » et appuyer sur la touche [*] (F3) pour basculer de « OFF » à « ON »
21. Vérifier la tension du ruban filtre (voir Fiche 9)
22. Vérifier l'étanchéité du système de prélèvement (voir Fiche 11)
23. Etalonner la jauge Bêta (voir Fiche 12)
24. Etalonner le débit d'aspiration (voir Fiche 13)

<u>Fiche 9</u> : Vérification de la tension exercée sur le filtre

Il s'agit ici d'une simple vérification qui doit être réalisée à la suite du remplacement du ruban filtre ou de façon annuelle pour garantir une avancée optimale du ruban et éviter le déchirement de celui-ci.

Procédure associée à la vérification de la tension exercée sur le ruban filtre :

1. Arrêter le cycle de mesure en cours sur l'appareil en appuyant sur la touche F5 « Menu général ⇨ Mesure ⇨ Synoptique »
2. Ouvrir la porte avant de l'analyseur

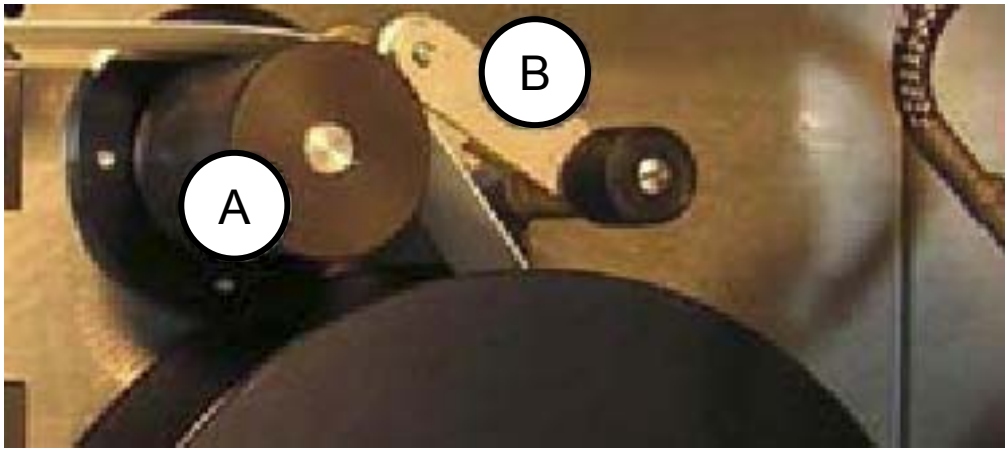

Figure 6 : Photographie du cabestan d'entraînement du ruban filtre et du galet presseur (côté bobine réceptrice de l'analyseur).

3. Faire descendre le plateau mobile de l'ensemble presseur :
    a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Tests ⇨ Entrées/Sorties carte mère »
    b. Aller dans le champ « Plateau » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [>] (F6)
    c. Appuyer sur la touche [s] (en dessous de descente / F2)
    d. Le moteur du plateau se met en marche et s'arrête après 5 secondes
4. Soulever le galet presseur (B)
5. Découper une bande de papier lisse (type feuille d'imprimante) ayant pour dimension 10 à 15 cm de long sur 2,5 cm de large
6. Glisser cette bande de papier entre le cabestan d'entraînement (A) et le ruban filtre
7. Vérifier que seule la rotation du cabestan (A) permet à la bande de papier lisse d'avancer
8. Faire avancer le papier en continu
    a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Tests ⇨ Entrées/Sorties carte mère »
    b. Aller à la ligne « Filtre » à l'aide de la touche [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
    c. Appuyer sur la touche […] (F6)
    d. Le moteur d'avancement se met en marche continue
9. Retenir la bande de papier lisse pour empêcher son entraînement par le cabestan (A)

10. Vérifier que le ruban filtre n’avance pas alors que le cabestan tourne toujours
    a. Si c’est le cas, retirer la bande de papier lisse et repositionner le galet presseur (B)
    b. Sinon, il se peut que la bobine débitrice soit trop serrée. Pour la desserrer, dévisser un peu le bouton moleté et le ressort de la bobine et refaire le test papier ci-dessus jusqu’à ce que le ruban filtre n’avance plus.

Fiche 10 : Contrôle du débit

Ce test permet de vérifier la conformité de la mesure de débit effectuée par l'analyseur par rapport à une mesure de débit réalisée à l'aide d'un débitmètre raccordé. Il est a réalisé à chaque changement de ruban filtre et à une fois par mois si possible ou à minima une fois par trimestre. Deux procédures sont explicitées ci-dessous, la première présente l'avantage de pouvoir être menée par une personne seule. Pour la seconde procédure, 2 personnes sont nécessaires mais la procédure présente l'avantage de prendre en compte les éventuelles fuites en amont de l'analyseur.

Procédure associée à la mesure de débit à l'aide d'un débitmètre (type Drycal) connecté à l'entrée échantillon de l'analyseur (1 personne) :

1. Dégager l'analyseur de sa ligne de prélèvement
2. Lancer la mesure du débit d'aspiration sur l'analyseur
   a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Calibration ⇨ Débit »
   b. Passer à l'écran suivant en appuyant sur [>>] (F2)
   c. Appuyer sur la touche [Auto] (F4)
   d. Mettre en marche la pompe en appuyant sur la touche [Départ] (F2)
3. Connecter le débitmètre muni de son embout d'adaptation à l'entrée échantillon
4. Vérifier l'accord entre les débits mesurés par l'analyseur en appuyant sur la touche [Détails] (F3) et en relevant la valeur notée derrière la ligne « Mesure » et par le débitmètre de référence
   a. Si l'écart est inférieur à 1,5 L/min, retirer le débitmètre et remettre l'analyseur en place
   b. Si l'écart est supérieur à 1,5 L/min, procéder en premier lieu à un test d'étanchéité (Fiche 11). Si celui-ci est satisfaisant, procéder à un étalonnage du débit (voir Fiche 13)

Procédure associée à la mesure de débit à l'aide d'un débitmètre (type Drycal) connecté en amont de la ligne de prélèvement (2 personnes) :

1. Lancer la mesure du débit d'aspiration sur l'analyseur
   a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Calibration ⇨ Débit »
   b. Passer à l'écran suivant en appuyant sur [>>] (F2)
   c. Appuyer sur la touche [Auto] (F4)
   d. Mettre en marche la pompe en appuyant sur la touche [Départ] (F2)
2. Connecter le débitmètre en lieu et place de la tête de prélèvement
3. Vérifier l'accord entre les débits mesurés par l'analyseur en appuyant sur la touche [Détails] (F3) et en relevant la valeur notée derrière la ligne « Mesure » et par le débitmètre de référence
   a. Si l'écart est inférieur à 1,5 L/min, retirer le débitmètre et remettre l'analyseur en place
   b. Si l'écart est supérieur à 1,5 L/min, procéder en premier lieu à un test d'étanchéité (Fiche 11). Si celui-ci est satisfaisant, procéder à un étalonnage du débit (voir Fiche 13)

Fiche 11 : Test d'étanchéité

Ce test permet de vérifier qu'il n'y a aucune fuite ou micro-fuite sur l'analyseur. Il est a réalisé à chaque changement de ruban filtre et à une fois par mois si possible ou à minima une fois par trimestre. Ce test peut aussi inclure la recherche de fuite en amont de la ligne de prélèvement. Dans ce cas, procéder par étape : recherche de fuite sur analyseur seul puis recherche de fuite sur analyseur + ligne de prélèvement afin de localiser plus facilement les sources de fuite.

Procédure associée au test d'étanchéité « analyseur seul » :

1. Passer en position d'aspiration
    a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Tests ⇨ Entrées/Sorties carte mère »
    b. Aller à la ligne « P. Source » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
    c. Appuyer sur la touche [s] (F2) en dessous de « Aspiration » ou « Rangement » (en fonction de la version de soft installée)
    d. Le moteur du barillet se met en marche, la source est rangée, le barillet se met en position d'aspiration et le moteur s'arrête au bout de 5 secondes
    e. Contrôler visuellement qu'il n'y a pas d'obstacle entre l'entrée l'aspiration et le ruban filtre
    f. Contrôler visuellement que le barillet est bien positionné
    g. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
2. Faire descendre le plateau
    a. Aller à la ligne « Plateau » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
    b. Appuyer sur la touche [s] (F2) en dessous de « Descente »
    c. Le moteur du plateau se met en marche, le plateau descend et le moteur s'arrête au bout de 5 secondes
    d. Contrôler qu'il n'y a pas d'obstacle à la descente
    e. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
3. Faire avancer le ruban filtre
    a. Aller à la ligne « Filtre » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
    b. Appuyer sur la touche [s] (F5)
    c. Le moteur d'avancement des bobines se met en marche, le papier avance et le moteur s'arrête au bout de 7 secondes
    d. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
4. Faire monter le plateau
    a. Aller à la ligne « Plateau » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
    b. Appuyer sur la touche [s] (F5) en dessous de « Montée »
    c. le moteur du plateau se met en marche, le plateau monte et le moteur s'arrête au bout de 5 secondes
    d. Contrôler qu'il n'y a pas d'obstacle à la montée
    e. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
5. Passer l'analyseur en mode aspiration
    a. Aller à la ligne « Pompe » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5)

   b. Passer le champ « OFF » en « ON » en appuyant sur la touche [*] (F3)
   c. La pompe se met en marche et l'appareil indique un débit d'aspiration à l'écran
6. Boucher l'entrée d'aspiration de l'analyseur
7. Vérifier à l'écran la valeur du débit d'aspiration
   a. Si la valeur est < 5 L/min, passer à l'étape 8
   b. Si la valeur est > 5 L/min, suivre la procédure indiquée dans la section remède en cas de fuite indiquée ci-dessous
8. Faire descendre le plateau
   a. Aller à la ligne « Plateau » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
   b. Appuyer sur la touche [s] (F2) en dessous de « Descente »
   c. Le moteur du plateau se met en marche, le plateau descend et le moteur s'arrête au bout de 5 secondes
   d. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
9. Couper l'aspiration
   a. Aller à la ligne « Pompe » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5)
   b. Passer le champ « ON » en « OFF » en appuyant sur la touche [*] (F3), la pompe s'arrête
10. Retirer le bouchon

Procédure associée au test d'étanchéité « analyseur et ligne de prélèvement » :

1. Suivre la procédure « analyseur seul »
2. Mettre un bouchon en lieu et place de la tête de prélèvement
3. Relancer la procédure « analyseur seul » à partir de l'étape n°7

Lors de la procédure de test « analyseur seul » ou « analyseur et ligne de prélèvement », si la mesure du débit d'aspiration avec bouchon est supérieure à 5 L/min

Solution : Procéder à une recherche de fuite en vous concentrant sur les points névralgiques de l'analyseur à savoir : raccord entre la canne de prélèvement et l'analyseur (au niveau du joint à lèvres), au niveau du filtre ruban (pression ressort insuffisante) ou du Geiger (silicone)

Fiche 12 : Etalonnage de la jauge Bêta

Un nouvel étalonnage de la jauge Bêta intervient dans les conditions usuelles de fonctionnement a minima tous les 6 mois ou à la suite des événements listés ci-après :

- première mise en service de l'analyseur
- remplacement du ruban filtre
- remplacement du détecteur
- remplacement de la source
- test masse (cf. Fiche 2) insatisfaisant

Dans tous les cas, la procédure à mettre en place est décrite ci-dessous.

Procédure associée à l'étalonnage de la jauge Bêta :

1. Lancement de la procédure d'étalonnage
    a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Calibration ⇨ Jauge Bêta »
    b. Passer à l'écran suivant en appuyant sur [>>] (F2)
    c. Appuyer sur la touche [Auto] (F4), la séquence d'étalonnage s'affiche
    d. Lancer la première étape de l'étalonnage (initialisation) en appuyant sur la touche [Départ] (F2)
2. Laisser l'appareil poursuivre la séquence : étape « initialisation » – étape « séchage papier » - étape « blanc » jusqu'à ce que la ligne « Mise en place de la cale » clignote
3. Placer la cale étalon entre le porte-source et le ruban papier en la glissant dans les 2 ergots prévus et jusqu'à entendre un clic qui signifie que la cale est en butée
4. Relancer la séquence d'étalonnage en appuyant sur la touche [->] (F3)
5. Laisser l'appareil poursuivre l'étape « calibration » jusqu'à ce que la ligne Retrait de la cale » clignote
6. Retirer la cale et la replacer dans son logement à l'abri de la poussière
7. Finaliser la procédure en appuyant sur la touche [Arrêt] (F2)

Fiche 13 : Etalonnage du débit d'aspiration

Un nouvel étalonnage du débit d'aspiration intervient dans les conditions usuelles de fonctionnement a minima tous les 6 mois ou à la suite des événements listés ci-après :

- première mise en service de l'analyseur
- remplacement du ruban filtre
- contrôle du débit insatisfaisant (cf. Fiche 10)

Procédure associée à l'étalonnage du débit d'aspiration :

1. Lancement de la procédure d'étalonnage
    a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Calibration ⇨ Débit »
    b. Passer à l'écran suivant en appuyant sur [>>] (F2)
    c. Appuyer sur la touche [Auto] (F4), la séquence d'étalonnage s'affiche
    d. Lancer la première étape de l'étalonnage (initialisation) en appuyant sur la touche [Départ] (F2)
2. Laisser l'appareil poursuivre la séquence : étape « initialisation » – étape « séchage papier » - étape « calibration »
3. Comparer à l'écran la valeur du débit d'aspiration de consigne et du débit d'aspiration mesuré
    a. Si l'écart entre les 2 valeurs est < 1,5 L/min, arrêtez la procédure en appuyant sur la touche [Arrêt] (F2)
    b. Si l'écart entre les 2 valeurs est > 1,5 L/min, poursuivre cette procédure
4. Dégager l'analyseur de sa ligne de prélèvement
5. Raccorder un débitmètre de référence (type Drycal) sur l'embout rétractable de l'analyseur en utilisant un adaptateur adéquat
6. Afficher les paramètres de calcul du débit d'aspiration (pressions amont et aval de l'orifice critique, pression atmosphérique, températures au niveau du filtre ruban et atmosphérique), en appuyant sur la touche [Détails] (F3)
7. Lancer la procédure de calcul automatique du coefficient de débit
    a. Aller à la ligne « Etalon » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et activer la saisie du débit lu sur le débitmètre de référence en appuyant sur la touche [*] (F3)
    b. Saisir la nouvelle valeur du débit (en L/min) à l'aide des touches [🡅] (F4), [🡇] (F5) et [➔] (F3)
    c. Valider en appuyant sur la touche [↵] (F6), l'appareil calcule alors automatiquement le nouveau coefficient d'étalonnage « Coef. D » et l'affiche
    d. Valider ce nouveau coefficient en appuyant sur la touche [Mémo.] (F2)
    e. Quittez l'écran en appuyant sur la touche [<<<] (F1)
8. Comparer à l'écran la valeur du débit d'aspiration de consigne et du débit d'aspiration mesuré
    a. Si l'écart entre les 2 valeurs est < 1,5 L/min, arrêtez la procédure en appuyant sur la touche [Arrêt] (F2)
    b. Si l'écart entre les 2 valeurs est > 1,5 L/min, réitérez les étapes 6 à 8

Fiche 14 : Test de contamination

L'analyseur MP101M permet de réaliser un test de contamination éventuelle (perte d'intégrité de la source radioactive). Afin de garantir l'absence de risque d'exposition et en lien avec les exigences du système centralisé de sources radioactives géré par le LCSQA, une surveillance d'ambiance doit être réalisée au minimum une fois tous les mois en suivant la procédure décrite ci-dessous.

Procédure associée au test de contamination :

1. Arrêter le cycle de mesure en cours sur l'appareil en appuyant sur la touche F5 « Menu général ⇨ Mesure ⇨ Synoptique »
2. Faire un Test Geiger pour vérifier le fonctionnement du compteur Geiger – Müller
    a. Aller dans le menu « Menu général ⇨ Tests ⇨ Entrées/Sorties carte mère »
    b. Aller à la ligne « Plateau » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
    c. Appuyer sur la touche [s] (F2) en dessous de « Descente », le moteur du plateau se met en marche, le plateau descend et le moteur s'arrête au bout de 5 secondes
    d. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
    e. Aller à la ligne « Filtre » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
    f. Appuyer sur la touche [s] (F5), le moteur d'avancement des bobines de ruban filtre se met en marche, le ruban filtre avance et le moteur s'arrête au bout de 7 secondes
    g. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
    h. Aller à la ligne « Plateau » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
    i. Appuyer sur la touche [s] (F5) en dessous de « Montée », le moteur du plateau se met en marche, le plateau monte et le moteur s'arrête au bout de 5 secondes
    j. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
    k. Aller à la ligne « P. Source » à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et valider à l'aide de la touche [Test] (F3)
    l. Appuyer sur la touche [s] (F5) en dessous de « Aspiration », le moteur du barillet se met en marche, la source est placée en position d'aspiration et le moteur s'arrête au bout de 5 secondes
    m. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
    n. Aller à la ligne « HT GeiGer » puis sur le champ « ON/OFF »
    o. Modifier le paramètre en « ON » pour actionner la haute tension d'alimentation du compteur Geiger
3. Contrôler les valeurs qui s'affichent à l'écran :
    a. La tension d'alimentation doit être comprise entre 500 et 700 V
    b. La valeur de comptage doit être inférieure à 30 coups/s pour les sources ^{14}C à 3,67 MBq et à 25 coups/s pour les sources ^{14}C à 1,84 MBq

Symptôme 1 : La valeur de la tension d'alimentation du compteur Geiger-Müller est inférieure à 500 V ou supérieure à 700 V.

Solution 1 : Effectuer les contrôles électriques sur la carte mère comme indiqué à la ligne « Jauge » du tableau 5-1 de la notice (pages 5-4 et 5-8).

Symptôme 2 : Le compteur Geiger-Müller donne une valeur de comptage supérieure à 30 coups/s alors que la source est en position aspiration/stockage.

Solution 2 : Cela peut indiquer une fuite au niveau de la source ou une contamination au niveau du bloc conduit d'aspiration / buse de mesure.

1. Vérifier le bon positionnement du cylindre rotatif contenant la source
   a. si la source est encore partiellement en position d'émission, le défaut est à rechercher au niveau du moteur du barillet
   b. effectuer les contrôles électriques sur la carte mère comme indiqué à la ligne « Jauge » du tableau 5-1 de la notice (page 5-4) : bon fonctionnement du moteur et bon fonctionnement des relais de commande

- Confirmer la contamination par un contrôle au radiomètre muni d'une sonde pour les rayonnements Bêta (ex : Radiamètre Fluke ASM-990 avec sonde à diaphragme Geiger-Müller 489-110D)

Remarque : ces 2 dernières procédures peuvent être légèrement différentes en fonction de la génération d'appareil et notamment de la génération de cartes électroniques qui équipent l'appareil. Pour des appareils équipés de carte « Micro III », les points de vérification à effectuer sont indiqués aux lignes « +600 V Geiger » et « Compteur Geiger » du tableau 5-1 de la notice (pages 5-4 et 5-5).

Fiche 15 : Vérification de l'horloge

Vérifier si l'heure et la date affichées sur l'appareil sont concordantes avec les données UTC ou UTC ± x heures.

Symptôme : L'écart entre la valeur affichée sur l'appareil et la valeur de référence (UTC) est supérieur à 30 secondes

Solution : Ajuster l'horloge

- Aller dans le menu « Menu général ⇨ Configuration ⇨ Date/Heure/Langue »
- Atteindre le champ à modifier à l'aide des touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5)
- Appuyer sur la touche [*] (F3)
- Utiliser les touches [🡅] (F4) et [🡇] (F5) pour incrémenter ou décrémenter le caractère
- Utiliser les touches [🡆] (F3) et [🡄] (F2) pour passer au caractère suivant
- Valider la ou les modifications en appuyant sur la touche [↵] (F6)

Fiche 16 : Vérification des messages d'erreur

Vérifier s'il y a des messages d'erreur en cours en allant dans le menu « Menu général ⇨ Mesure ⇨ Affichage des alarmes » ou des messages d'erreur récents dans l'historique des messages en allant dans le menu « Menu général ⇨ Mesure ⇨ Historique des alarmes ».

Constat : Des défauts de fonctionnement sont répertoriés dans l'un ou l'autre des écrans.

Solution : Il faut se reporter au tableau 5-1 de la notice, pour identifier les actions correctives à mettre en place. L'affichage est spécifique à la version de l'appareil. Pour information, la version du tableau 5-1 de la notice du MP101M « New » est présentée sur la Figure 7 ci-après.

AFFICHAGE	CAUSE	ACTIONS POSSIBLES
0 V	– Le potentiel de masse est inférieur à - 0,05 V ou supérieur à 0,05 V.	– Connecter un voltmètre entre le point de test Pt16 et une vis servant à fixer la carte sur le fond du tiroir : vérifier la valeur mesurée. – Vérifier le bon fonctionnement du + 5 V.
+5 V	– L'alimentation délivre une tension inférieure à 4,8 V ou supérieure à 5,2 V.	– Connecter un voltmètre entre le point de test Pt16 (masse) et le point de test Pt12 (+ 5V) : vérifier la valeur mesurée.
+15 V	– L'alimentation délivre une tension inférieure à 14,50 V ou supérieure à 15,50 V.	– Connecter un voltmètre entre le point de test Pt16 (masse) et le point de test Pt13 (+ 15V) : vérifier la valeur mesurée.
-15 V	– L'alimentation délivre une tension inférieure à - 15,50 V ou supérieure à - 14,50 V.	– Connecter un voltmètre entre le point de test Pt16 (masse) et le point de test Pt14 (- 15V) : vérifier la valeur mesurée.
Température	– L'une, au moins, des températures T° Int. ou T° Filtre sort de l'intervalle acceptable.	– L'appareil n'est pas dans les conditions de fonctionnement normal. – Vérifier l'état des capteurs de température et les changer si défectueux.
Pression	– L'une, au moins, des pressions Pr. Amont ou Pr. Aval ou Pr. Atm. sort de l'intervalle acceptable.	– Vérifier dans l'écran « Calibration ⇨ Pressions » les coefficients de linéarisation A et B pour les 3 capteurs. – Vérifier que pompe éteinte, les 3 pressions sont bien égales. – Changer le (ou les) capteur de pression si défectueux.
Jauge	– Le détecteur à tube Geiger-Müller fournit un résultat inférieur à 1000 cps/s ou supérieur à 8500 cps/s.	– Vérifier le bon positionnement du ruban filtre. – Vérifier la tension d'alimentation (600 V). – Vérifier le positionnement de la source face au papier. Si mal positionnée, vérifier le bon fonctionnement du moteur de positionnement. – Si le moteur ne fonctionne pas : vérifier les tensions + 15V et - 15V.
Alarme RST	– Liaison RST non détectée. – Valeur de température ou d'humidité relative hors des tolérances.	– Vérifier les branchements de la ligne RST sur le panneau arrière de l'analyseur (2 connexions : chauffage ligne et paramètres T°/HR). – Contrôler les valeurs de température et humidité relative à l'aide de capteurs de référence. Si un capteur est défectueux, le remplacer.

AFFICHAGE	CAUSE	ACTIONS POSSIBLES
D. Seuil	– La mesure périodique ou cyclique dépasse la valeur supérieure admise (1000 µg/m3 ou 1000 mg/m3).	– Changer d'unités de mesure : remplacer µg/m3 par mg/m3 dans l'écran « Configuration ⇨ Offsets et unités ». – Vérifier le positionnement de la source face au papier. Si mal positionnée, vérifier le bon fonctionnement du moteur de positionnement. – Si le moteur ne fonctionne pas : vérifier les tensions + 15V et - 15V.
Colmatage	– Le système est resté plus de 360 s (6 min) consécutives en mode commande de vanne de régulation.	– Vérifier les pressions Pr. Amont, Pr. Aval et Pr. Atm. – Vérifier le bon fonctionnement de la commande du moteur de la vanne (voir l'écran « Tests ⇨ Entrées sorties carte mère »). – Vérifier le moteur de la vanne. – Vérifier la vanne. – Vérifier le circuit fluide.
Débit	– Le débit sort de l'intervalle acceptable centré autour de la commande de 1 m3/h.	– Vérifier le bon fonctionnement de la commande du moteur de la vanne (voir l'écran « Tests ⇨ Entrées sorties carte mère »). – Vérifier le moteur de la vanne. – Vérifier la vanne. – Vérifier l'étanchéité du circuit fluide.
Comptage R.A.N.	– L'analyseur détecte un taux de radioactivité naturelle anormalement élevé.	– Informer les autorités compétentes le plus rapidement possible.
Papier déchiré	– Valeur de comptage fournit par le Geiger-Müller > 8500 cps/s.	– Vérifier la position du ruban de papier filtre. Le repositionner si nécessaire. – Faire un test de contamination. – Vérifier le positionnement de la source face au papier. Si mal positionnée, vérifier le bon fonctionnement du moteur de positionnement. Si le moteur ne fonctionne pas : vérifier les tensions + 15V et - 15V.
Fin papier	– Le compteur de nombre de tâches restantes, initialement à 1200, a atteint la valeur 0.	– Changer le ruban de papier filtre. – Aller sur l'écran « Configuration ⇨ Mode de Mesure », et réinitialiser le compteur de tâche.

Figure 7 : Reproduction de la liste des défauts et remèdes données dans le tableau 5-1 de la notice du MP101M « new » d'Environnement SA.

Fiche 17 : Vérification de la stabilité du détecteur

Pour le suivi du fonctionnement de l'analyseur et plus particulièrement de la stabilité du détecteur, il est intéressant de mettre en place une carte de contrôle sur les signaux du compteur Geiger-Müller avec un relevé périodique des paramètres suivants :

- comptage ;
- tension d'alimentation du compteur.

La valeur du bruit du comptage sur filtre vierge (comptage blanc) est inférieure à 400 coups/s.

Une valeur supérieure à 400 coups/s est généralement corrélée avec une dérive du détecteur. Pour s'en assurer il convient de réaliser un « test masse » (voir Fiche 2).

La valeur de la tension d'alimentation du compteur Geiger-Müller doit être comprise entre 500 et 700 V.

Une valeur en dehors de ces bornes peut être corrélée à un défaut d'alimentation.

<u>Fiche 18</u> : Vérification des signaux MUX (paramètres électriques)

Pour le suivi du fonctionnement de l'analyseur, il est intéressant de vérifier de façon ponctuelle (2 fois par an) les signaux électriques du multiplexeur (encore appelés signaux MUX). Les paramètres et les plages de valeurs associées à ces différents paramètres sont indiqués dans le Tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Liste des paramètres du multiplexeur et des limites acceptables associées.

N° de la voie	Paramètre	Valeur de référence	Valeur minimale affichée sur l'analyseur	Valeur maximale affichée sur l'analyseur	Observations
Voie 1 (Masse/ GND)	Masse analogique	0 mV	- 50 mV	50 mV	-
Voie 2 (+5V)	Contrôle de l'alimentation +5V	2500 mV	2300 mV	2700 mV	Présence d'un pont diviseur sur le point test (+5V divisé à +2,5V)
Voie 3 (+15V)	Contrôle de l'alimentation +15V	1500 mV	1450 mV	1550 mV	Présence d'un pont diviseur sur le point test (+15V divisé à +1,5V)
Voie 4 (-15V)	Contrôle de l'alimentation -15V	- 1500 mV	- 1550 mV	-1450 mV	Présence d'un pont diviseur sur le point test (-15V divisé à -1,5V)
Voie 5 (+24 V)			Voie non-active		
Voie 6 (+600V)	Contrôle de la tension d'alimentation du détecteur Geiger-Müller	600.0 V	500.0 V	700.0 V	Voie effective uniquement si le détecteur est alimenté Sinon affichage normal = 000.0 V
Voie 7 (+10V AD)	Contrôle du convertisseur A/D	990 mV	980 mV	1000 mV	Présence d'un pont diviseur sur le point test (10V divisé à 1V)
Voie 8 (Masse/ GND)	Masse analogique	0 mV	-50 mV	50 mV	-
Voie 9 (Temp. N° 1)	Contrôle de la température de la buse	Température ambiante +/- 10°C	+ 05.00 dc	+ 70.00 dc	-
Voie 10 (Temp. N° 2)	Contrôle de la température interne	Température ambiante +/- 10°C	+ 05.00 dc	+ 70.00 dc	-
Voie 11 (Press. N° 1)	Contrôle de la pression en amont du diaphragme (P1)	XXXX mb	0400 mb	1050 mb	-

N° de la voie	Paramètre	Valeur de référence	Valeur minimale affichée sur l'analyseur	Valeur maximale affichée sur l'analyseur	Observations
Voie 12 (Press. N° 2)	Contrôle de la pression en aval du diaphragme (P2)	XXXX mb	0400 mb	1050 mb	-
Voie 13 (Ext1)	Contrôle de la tension sur l'entrée extérieure 1	500 mV (si débit = 1 L/min)	-	-	Valeur de débit si appareil équipé d'une ligne RST
Voie 14 (Ext 2)	Contrôle de la tension sur l'entrée extérieure 1	X.XXX V	1.5 V	2.5 V	Température extérieure si appareil équipé d'une ligne RST
Voie 15 (Masse/ GND)	Masse analogique	0 mV	-50 mV	50 mV	-
Voie 16 (Masse/ GND)	Masse analogique	0 mV	-50 mV	50 mV	-

Fiche 19 : Vérification de la linéarité

Un contrôle « multipoints » et sur site de la linéarité de l'appareil peut être effectué de façon ponctuelle (tous les ans ou tous les 2 ans).
La plage de masse surfacique qui est testée à l'aide du jeu de 3 cales étalon (feuille en polymère, de type Mylar montée sur un support adapté) fourni par le LCSQA-MD sur demande, correspond à une plage de concentration massique usuellement mesurée en AASQA (de 70 à 120 µg/m^3 en valeur journalière).
Le nombre de points de vérification de la linéarité a été fixé à 4 (3 points d'échelle et le zéro) avec 3 mesures indépendantes à chaque fois. Les manipulations à effectuer pour mesurer la masse surfacique des cales sont identiques à celles indiquées dans les fiches 1 et 2. Une fois qu'une mesure est effectuée sur l'une des cales étalon, la masse moyenne déterminée par l'appareil est comparée à la masse affichée sur le constat de vérification fourni par le LCSQA-MD.
Lorsque les 4 points de vérification sont réalisés, un calcul de régression linéaire est effectué et les paramètres de la droite de régression sont comparés aux spécifications fixées à partir des résultats obtenus par le LCSQA-EMD lors de la mise au point en laboratoire de la procédure de vérification de la linéarité et sur la base de spécifications utilisées dans la norme EN 12341 (1999). Ces spécifications sont rappelées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Spécifications sur les paramètres statistiques issus du contrôle de linéarité sur site du MP101M.

Critères statistiques à vérifier sur les paramètres de la droite de régression **Y (masse mesurée M) = pente de la droite x [X(masse annoncée Réf)] + ordonnée à l'origine**	
Coefficient de régression	$R^2 \geq 0{,}95$
Ordonnée à l'origine	≤ 50 µg.cm^{-2} (*)
Pente de la droite	$= 1 \pm 0{,}05$

(*) : La valeur de 50 µg.cm^{-2} correspond à 10 fois la limite de détection annoncée par le constructeur dans une configuration cyclique 24 heures.

<u>Fiche 20</u> : Test de vérification du zéro (blanc instrument)

Ce test permet de vérifier la non-contamination/pollution du système et la stabilité des mesures effectuées par la jauge Bêta, en contrôlant le niveau du zéro du **système dans son intégralité**. Afin de garantir l'absence de contamination/pollution du système, un essai de vérification du blanc instrument à l'aide d'un filtre spécifique doit être réalisé au minimum une fois tous les ans en suivant la procédure décrite ci-dessous. Le filtre à utiliser est un filtre HEPA dont voici des exemples de référence : -- Fournisseur : Pall, référence : Ultipor N66 DFA 4001 NAEY
- Fournisseur : Whatman, référence : HEPA-CAP 150/2809

Procédure associée au test de zéro :

1. Réaliser d'abord un test d'étanchéité (voir Fiche 11)
2. Arrêter le cycle de mesure en cours sur l'appareil en appuyant sur la touche (F5) « Menu général ⇨ Mesure ⇨ Synoptique »
3. Dégager le MP101M de sa ligne de prélèvement
4. Connecter le filtre HEPA (voir Figure 8) à l'entrée de la ligne RST du MP101M

Figure 8 : Filtre HEPA équipé de l'embout de raccordement au MP101M d'Environnement SA (cas d'un test zéro en laboratoire).

5. Aller dans le menu « Configuration ⇨ Mode de mesure ». Aller à la ligne « Durée de cycle » à l'aide des touche [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et régler la durée du cycle à 24 h. Aller à la ligne « Durée de période » à l'aide des touche [🡅] (F4) et [🡇] (F5) et régler la durée du cycle à 2 h
6. Aller à l'écran suivant en appuyant sur la touche [>] (F6). Aller à la ligne « Type de départ » et régler le départ sur immédiat
7. Sortir de l'écran en appuyant sur la touche [🡄] (F1)
8. Aller dans le menu « Mesure ⇨ Synoptique », démarrer le cycle en appuyant sur [Start] (F5)
9. Laisser l'appareil fonctionner ainsi pendant au moins 15 périodes consécutives (soit un minimum de 30 heures)
10. Relever la valeur des 12 dernières périodes et calculer la moyenne et l'écart-type sur cette série de valeurs

11. Arrêter le cycle de mesure en cours sur l'appareil en appuyant sur la touche (F5) « Menu général ⇨ Mesure ⇨ Synoptique »

Les critères à vérifier sont :

- Moyenne des 12 dernières valeurs (en µg/m^3) ⇒ la **moyenne des blancs doit se situer dans l'intervalle ± 3 µg/m^3**
- Ecart-type sur la moyenne ⇒ **la valeur ne doit pas dépasser 3 µg/m^3**

Si l'un ou plusieurs des critères précédents n'est ou ne sont pas respecté(s) :

Solutions :
1. Effectuer un test jauge pour vérifier qu'il ne s'agit pas d'une instabilité liée au système de détection (Geiger) ou à la source radioactive (voir Fiche 1).
2. Vérifier qu'il n'y a pas eu un épisode de pollution important durant le test (moyenne en dehors de l'intervalle [-3 ; +3] µg/m^3 **et** écart-type ≥ 3 µg/m^3) → recommencer le test de zéro.

2. PARAMETRES COMPLEMENTAIRES POUVANT ETRE MIS EN PLACE SUITE AU RETOUR D'EXPERIENCE DES UTILISATEURS

Une première mutualisation des retours d'expérience s'est réalisée conjointement en Commission de Suivi "Mesure des particules en suspension", directement auprès du LCSQA, lors des journées d'échange sur la thématique « MP101M » organisées entre 2010 et 2012 et lors des ateliers des Journées Techniques des AASQA ayant lieu chaque année. En complément des paramètres QA/QC indiqués dans le paragraphe 4.1 précédent, les utilisateurs ont mentionné des actions complémentaires à mettre en œuvre pour un fonctionnement optimal de l'appareil ou pour simplifier les démarches à mettre en œuvre sur le terrain. Ces compléments sont répertoriés dans le Tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 : Liste complémentaires d'opérations QA/QC mises en œuvre au sein des AASQA concernant l'utilisation de la jauge bêta MP101M d'Environnement SA.

Point de contrôle	Fréquence de vérification	Version d'appareil concernée	Critère d'action	Référence / Procédure
Nettoyage de la tête de prélèvement	Trimestrielle	Toutes	-	Fiche 7
Nettoyage du système (hors conduit RST)	Pluriannuelle (ex : tous les 3 ans) conseillée pour éviter un encrassement excessif de la partie fluide après la tête (depuis la sortie du conduit RST à la sortie de la pompe)	Toutes	-	A l'aide d'air comprimé ou chiffon doux non-pelucheux
Contrôle de fuite	Lors du nettoyage de la tête de prélèvement ou du démontage du tube d'adduction	Toutes	Pression < 200 mbar ou débit < 5 L/min	Fiche 9
Contrôle du débit	Mensuelle	Toutes		Fiche 9
Test de contamination	Mensuelle	MP101M « LCD » et MP101M « New »	Tension ≠ 550-600 V	Fiche 14
Nettoyage du conduit RST	Semestrielle	Toutes	-	En fonction des pratiques soit par soufflage à l'air zéro soit par passage d'un goupillon et d'un chiffon doux non-pelucheux