



HAL
open science

EVALUATION DES DEBITMETRES DISPONIBLES SUR LE MARCHE POUR LE CONTROLE DES AMS PM

Robin Aujay-Plouzeau, François Mathe, Sabine Crunaire, Tanguy Amodeo

► **To cite this version:**

Robin Aujay-Plouzeau, François Mathe, Sabine Crunaire, Tanguy Amodeo. EVALUATION DES DEBITMETRES DISPONIBLES SUR LE MARCHE POUR LE CONTROLE DES AMS PM. LC-SQA. 2020. hal-04251186

HAL Id: hal-04251186

<https://imt-nord-europe.hal.science/hal-04251186>

Submitted on 20 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Note technique

Travaux financés par le ministère chargé de l'environnement

EVALUATION DES DEBITMETRES DISPONIBLES SUR LE MARCHÉ POUR LE CONTROLE DES AMS PM

Robin AUJAY-PLOUZEAU (INERIS) en collaboration avec
Francois MATHE, **isabelle** CRUNAIRE (IMT-LILLE DOUAI) et
Tanguy AMODEO (INERIS)

SYNTHESE

La norme NF EN 16450 « Air ambiant - Systèmes automatisés de mesure (AMS) de la concentration de matière particulaire (PM_{10} ; $PM_{2,5}$) » est parue le 29 avril 2017. Elle fixe les exigences techniques relatives aux AMS (Systèmes de Mesures Automatiques de particules dans l'air ambiant). Les AMS de type TEOM-FDMS (microbalance), jauges bêta (jauges radiométriques) et FIDAS (indicateur optique) sont déclarés conformes pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air, car ils respectent les exigences de cette norme.

Les paramètres température, pression, humidité relative (T, P, HR) et débit de ces AMS sont considérés comme « critiques » au sens de la norme NF EN 16450. En effet, ils impactent les volumes d'air prélevés donc la concentration massique mesurée de particules. En l'absence de plus de précisions sur la méthodologie à mettre en œuvre pour la mesure de ces paramètres dans cette norme, le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) souhaite élaborer des protocoles d'utilisation adaptés pour le contrôle sur site de ces paramètres.

Le débit ayant été identifié comme le paramètre le plus « critique », cette note est dédiée à l'évaluation des débitmètres disponibles sur le marché ; ceux-ci ont été identifiés lors d'un recensement réalisé en 2016 par le LCSQA (Ineris et IMT LILLE- DOUAI) auprès des Associations agréées de la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) et des fabricants/distributeurs. Pour ce faire, des tests ont été menés en 2018 en laboratoire et sur site par le LCSQA sur des débitmètres usuellement utilisés en AASQA afin d'identifier les causes possibles d'erreur de mesure de débit lors de leur mise en œuvre.

Ces travaux ont notamment consisté à étudier l'impact sur la qualité de la mesure de la température de travail du débitmètre, de la nature et de la longueur de tuyau assurant la connexion entre celui-ci et les AMS, ainsi que de la charge de la batterie du débitmètre.

A l'issue des tests, il est apparu que :

- L'usage de tuyau PVC armé pour la mesure de débit d'un TEOM-FDMS ou d'un AE33 avec un débitmètre TETRACAL est à proscrire ;
- La température de fonctionnement du débitmètre TETRACAL et ULTRACAL, au moment de la mesure du débit sur site, doit être la plus proche possible de la température ambiante, au niveau de la tête de prélèvement ou de l'instrument.

Les autres natures, longueurs et diamètre de tuyaux testés autre que le PVC armé ont généré des résultats conformes à l'exigence de la norme c'est-à-dire pas plus de +/- 5 % de variation sur la mesure du débit instantané de l'instrument, quel qu'il soit.

Par ailleurs, il convient de rappeler que le diamètre du tuyau reliant l'AMS à contrôler et le débitmètre devra être choisi afin d'assurer un raccord étanche.

Enfin, il n'a pas été noté d'incidence de la charge de la batterie des débitmètres BGI TETRACAL et BGI ULTRACAL sur la qualité de leur mesure.

Ces enseignements seront ajoutés sous forme de recommandations dans les guides méthodologiques des analyseurs automatiques de PM lors de leur révision à l'horizon 2020.

Par ailleurs, le LCSQA proposera dans un guide méthodologique prévu début 2020 les choix techniques retenus et les protocoles d'utilisation associés adaptés pour le contrôle sur site de l'ensemble des paramètres « critiques » des AMS, soit T, P, HR et débit.

1. CONTEXTE

La norme NF EN 16450 « Air ambiant - Systèmes automatisés de mesurage (AMS) de la concentration de matière particulaire (PM₁₀ ; PM_{2,5}) » (*parue le 29 avril 2017*) encadre l'utilisation des AMS pour la mesure de la concentration de matière particulaire PM10 et PM2,5. Elle contient les exigences de performances minimales et les modes opératoires d'essais en laboratoire et sur site qui doivent être réalisés pour l'approbation des types d'AMS, ainsi que les exigences minimales concernant les contrôles qualités des AMS déployés sur site. Elle détaille entre autres les modes opératoires de maintenance, d'étalonnage, de vérification et de contrôle.

Certains paramètres ciblés par la norme sont supposés être « critiques », c'est-à-dire qu'ils influent sur la mesure de concentration massique. Les grandeurs physiques concernées sont celles qui impactent les volumes d'air prélevés (et donc la concentration massique de particules mesurées). Il s'agit notamment de la température, la pression, l'humidité relative et du débit. Cependant, le texte normatif ne propose aucun mode opératoire pour réaliser un contrôle de ces paramètres, ni les instruments adaptés pour le faire (ex : baromètre, thermomètre, hygromètre...) et se limite à préciser les exigences requises en termes d'incertitudes.

À la suite des précédents travaux du LCSQA ¹, il est ressorti que le débit est le paramètre jugé le plus critique parmi T, P, HR et le débit. Il a alors été décidé de réaliser des tests sur les débitmètres couramment utilisés par les AASQA afin d'identifier les différentes sources possibles de biais dans la mesure du débit comme par exemple, la température de travail du débitmètre, la nature et de la longueur de tuyau assurant la connexion entre celui-ci et les AMS, la charge de la batterie du débitmètre.

¹ Document Ineris _ DRC-17-167575-03858A » disponible sur le site du LCSQA www.lcsqa.org

2. RECENSEMENT ET CHOIX DES DEBITMETRES POUR LES TESTS

Le tableau 1 recense les moyens de contrôle et d'étalonnage utilisés par les AASQA et/ou les fabricants/distributeurs. Ce recensement a été établi à partir de la consultation de 2016, par le LCSQA², pour le contrôle et/ou l'étalonnage des AMS selon la norme NF EN 16450.

Tableau 1 : Moyens mis en œuvre par les AASQA et recommandés par les fabricants/distributeurs pour le suivi QA/QC³ du débit des AMS PM (Rappel de la consultation de 2016)

Organisme	Débitmètre
Airparif	TETRACAL ULTRA
Atmo Occitanie	BIOS DC2M (avant remplacement par TECORA FLOW CAL AIR TETRACAL)
Atmo Bourgogne – Franche-Comté (anciennement ATMOS'FAIR au moment de la consultation)	TETRACAL
ENVICONTROL (BAM1020)	DELTACAL
ADDAIR (FIDAS200)	ALICAT M-20SL/MIN-D
ECOMESURE (TEOM FDMS)	TETRACAL
ENVEA (MP101M)	BIOS DEFENDER 510 PLATRON

Note : Airparif et Atmo Occitanie utilisent les moyens cités ci-dessus pour l'ensemble de leur parc instrumental.

La liste des débitmètres fournie au tableau 1 n'est pas exhaustive mais est néanmoins représentative des différentes techniques de mesure de débit couramment disponibles sur le marché, à savoir :

- Débitmètre à effet venturi (TETRACAL, DELTACAL et FLOWCAL) ;
- Débitmètre à piston (BIOS) ;
- Débitmètre massique (ALICAT).

² Document Ineris _ DRC-17-167575-03858A » disponible sur le site du LCSQA www.lcsqa.org

³ QA/QC : assurance qualité / contrôle qualité

3. TESTS

Les tests menés avaient pour but d'identifier différentes sources possibles de biais dans la mesure du débit. L'impact de la nature du tuyau, la longueur de ligne entre le débitmètre et l'instrument, la température de travail du débitmètre ainsi que la charge de sa batterie ont été étudiées sur site et en laboratoire, en fonction de la disponibilité des matériels.

Les tests sur site ont eu lieu le 19 juillet 2018 sur la plateforme instrumentale située au bâtiment 705 du Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE). Les tests en laboratoire se sont déroulés du 20 au 31 juillet 2018 à l'Ineris.

3.1 Débitmètres utilisés

Etant donné la disponibilité des différents matériels, les essais ont pu être réalisés avec les débitmètres suivants, ne couvrant pas la technique de mesure massique :

- BGI TETRACAL 0 – 30 L/min : tests sur site et en laboratoire ;
- BGI TETRACAL ULTRA 0 – 60 L/min : tests sur site et en laboratoire ;
- BIOS DEFENDER 0-30 L/min : tests en laboratoire.

A noter que les débitmètres BGI ont été étalonnés selon l'exigence de la norme NF EN 16450 i.e. $U(k=2) \leq 1\%$ pour l'étalonnage des analyseurs automatiques de particules.

Le BIOS DEFENDER 0-30 L/min utilisé ici a été étalonné quant à lui sur la norme NF EN 14662, en rapport avec son utilisation habituelle.

Il était prévu d'utiliser un TECORA FLOW CAL mais le revendeur sollicité a fait défaut à la suite de la cessation de son activité.

3.2 Tests sur site

Les essais ont eu lieu le 19 juillet 2018 sur le site du LSCE (plateforme SIRTA).

Des mesures de débit ont été réalisées sur un AMS de type TEOM-FDMS 1400ab + 8500C (microbalance à élément oscillant) en tête de ligne de prélèvement (i.e. sur le toit de la station de mesure), et sur un aéthalomètre de type AE33 (mesure de *black carbon*), en station, à l'entrée « échantillon » de l'instrument. Ce dernier n'est pas un AMS mais son débit d'utilisation est de 5 litres par minute, (L/min) à rapprocher des 4,8 L/min d'un FIDAS (AMS, indicateur optique), non disponible au moment des essais sur le site d'étude.

Pour chaque instrument et chaque débitmètre, l'incidence de la température de travail du débitmètre, la nature ainsi que la longueur des tuyaux pouvant raccorder usuellement le débitmètre à l'instrument ont été étudiés. Les diamètres internes des tuyaux utilisés ont également été précisés.

Le tableau 2 recense l'ensemble des configurations testées et le code essai attribué à chacune d'entre elles.

Tableau 2 : Nature, longueur et diamètre interne des tuyaux utilisés durant les essais sur site

Descriptif	Code essais
Tuyau NPT (nylon) diamètre (Ø) 3/8" Longueur (L) 10 mètres (m)	A
Tuyau NPT Ø 3/8" L 1 m	B
Tuyau silicone antistatique souple e.g. TSI L 5 m Ø 8 mm	C
Tuyau silicone antistatique souple e.g. TSI L 1 m Ø 8 mm	D
Tuyau silicone antistatique « rigide » L 1,5 m Ø 5 mm	E
Tuyau en PVC armé Ø 8 mm L 4,7 m	F
Tuyau en PVC armé Ø 8 mm L 1 m	G

3.2.1 TEOM-FDMS

Les mesures ont été réalisées sur un AMS type TEOM-FDMS 1400ab + 8500c en tête de ligne de prélèvement (i.e. sur le toit de la plateforme instrumentale).

Les mesures relevées sont celles fournies par les débitmètres TETRACAL et ULTRACAL. Le débit nominal de l'AMS en tête de ligne de prélèvement doit être égal à 16,67 L/min (1 m³/h). Le critère d'exigence impose de respecter ce débit à +/- 5 %. La température de référence indiquée dans le tableau 3 a été obtenue par l'utilisation d'un étalon de travail étalonné annuellement selon les exigences de la norme NF EN 16450.

Le tableau 3 reporte les résultats obtenus.

Tableau 3 : Résultats de mesure de débit sur un TEOM-FDMS 1400ab + 8500c

Type de débitmètre	Code tuyau (Cf. tableau 2)	Débit mesuré (L/min)	% charge batterie	T référence (°C)	Observations
TETRACAL	C	16,63	72	31,34	Mesure sans temps de stabilisation sortie station
TETRACAL ULTRA	C	16,88	97	31,5	Mesure sans temps de stabilisation sortie station
TETRACAL	D	16,70	73	29,5	
TETRACAL ULTRA	D	16,92	96	29,66	
TETRACAL	D	16,79	94	32,57	Inversion piles pour effet charge

Type de débitmètre	Code tuyau (Cf. tableau 2)	Débit mesuré (L/min)	% charge batterie	T référence (°C)	Observations
TETRACAL ULTRA	D	16,95	73	29,95	Inversion piles pour effet charge
TETRACAL	E	16,77	93	27,80	
TETRACAL ULTRA	E	16,95	71	28,97	
TETRACAL	F	15,81	90	29,17	
TETRACAL ULTRA	F	16,42	70	30,56	
TETRACAL	A	14,20	90	29,99	Problème d'étanchéité
TETRACAL ULTRA	A	13,74	70	30,19	Problème d'étanchéité
TETRACAL	A + D	16,82	90	30,5	
TETRACAL ULTRA	A + D	16,96	70	30,04	

Une première mesure de débit a été réalisée immédiatement en tête de ligne de prélèvement. C'est-à-dire sans avoir pris le temps de stabiliser les débitmètres dans les conditions ambiantes de température et de pression. La température ambiante était d'environ 31° C. Celle de la plateforme instrumentale était d'environ 25° C, température à laquelle les débitmètres avaient été stabilisés durant 50 minutes, préalablement à ce test. Ce différentiel de température n'a pas eu d'impact sur les mesures de débit. Celles-ci étaient conformes.

Toutes les mesures de débit suivantes sont conformes aux exigences de la norme NF EN 16450 sauf pour les configurations A et F. En effet, la configuration A avait généré des fuites et est donc à proscrire. La configuration (A + D) a été alors testée (adjonction du tuyau silicone D du côté du débitmètre) et a donné un résultat en débit conforme aux exigences. Ceci confirme donc l'importance, lors d'une mesure de débit, de veiller à la bonne adéquation du diamètre du tuyau utilisé avec le débitmètre et/ou l'adaptateur de mesure de débit en tête de ligne de prélèvement.

De même, la configuration F (tuyau en PVC armé) est à proscrire, pouvant induire un résultat non conforme pour le TETRACAL. Cette nature de tuyau n'est pas donc pas recommandée pour la mesure de débit, avec ce débitmètre.

L'ensemble des résultats n'a pas montré d'influence de la longueur du tuyau sur la mesure de débit.

Pour vérifier l'incidence de la charge de la batterie des débitmètres, un échange entre les batteries des débitmètres BGI a été réalisé (piles alcalines). Leur charge respective était de 70 et 90 %. Il n'a pas été noté d'incidence de la charge de la batterie des débitmètres sur leur mesure du débit.

En résumé, tous les types de nature de tuyau testés ici peuvent convenir à la mesure de débit sauf celui en PVC armé. Cependant, il faut veiller à la bonne adéquation du diamètre du tuyau utilisé avec le débitmètre et/ou l'adaptateur de mesure de débit en tête de ligne de prélèvement.

En cas d'utilisation de configurations autres que celles testées ici, il conviendra à l'utilisateur de vérifier leur impact sur la mesure de débit.

3.2.2 AE33

Les mesures de débit, avec les différentes configurations listées dans le tableau 2, ont été réalisées sur un aéthalomètre type AE33. Celles-ci ont été effectuées dans la plateforme instrumentale en connectant les débitmètres de type TETRACAL ET TETRACAL ULTRACAL sur l'entrée « échantillon » de l'instrument.

Le diamètre de l'entrée « échantillon » de l'AE33 étant sensiblement différent du diamètre de la ligne échantillonnage du TEOM-FDMS, il a été nécessaire d'utiliser un tuyau en silicone antistatique, de diamètre interne 6 mm. Ce, pour assurer une connexion adaptée entre les débitmètres et l'entrée « échantillon » de l'AE33.

Avant de démarrer les essais, le débit de l'instrument a été mesuré égal à 4,80 L/min. Soit une différence de 4 % par rapport au débit usuel de l'instrument. Ce résultat étant cependant conforme aux exigences de la norme, aucun étalonnage n'a été réalisé. Le débit a donc été conservé à 4,80 litres par minute durant les tests.

L'ensemble des tests réalisés est synthétisé dans le tableau 4.

Tableau 4 : Résultats des mesures de débit effectuées sur un AE33

Type de débitmètre	Code tuyau (cf tableau 2)	Débit mesuré (L/min)	% charge	T référence (°C)	Observations
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,85	92	26,76	Mesure directe en venant du toit sans stabilisation en température
TETRACAL ULTRA	Idem	4,84	70	26,77	Idem
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,83	100 (SECTEUR)	26,13	Après stabilisation dans les conditions du laboratoire
TETRACAL ULTRA	D + 0,4m ID6 mm	4,82	100 (SECTEUR)	26,13	Idem
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,83	90	29,06	
TETRACAL ULTRA	D + 0,4m ID6 mm	4,81	69	28,57	
TETRACAL	A + D	4,81	89	27,53	
TETRACAL ULTRA	A + D	4,77	68	28,89	
TETRACAL	F + 0,4m ID6 mm	4,50	89	27,19	
TETRACAL ULTRA	F + 0,4m ID6 mm	4,80	68	27,18	
TETRACAL	G + 0,4m ID6 mm	4,80	89	27,39	
TETRACAL ULTRA	G + 0,4m ID6 mm	4,80	67	27,24	
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,55	87	25,10	Mis au frigo de 13H15 à 14H27 ; T référence sortie frigo 10,85°C
TETRACAL ULTRA	D + 0,4m ID6 mm	4,59	66	25,10	idem
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,63	87	25,59	
TETRACAL ULTRA	D + 0,4m ID6 mm	4,62	62	25,59	
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,70	85	26,15	
TETRACAL ULTRA	D + 0,4m ID6 mm	4,70	59	26,16	
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,74	84	26,58	

Suite Tableau 4 : Résultats des mesures de débit effectuées sur un AE33

Type de débitmètre	Code tuyau (cf tableau 2)	Débit mesuré (L/min)	% charge	T référence (°C)	Observations
TETRACAL ULTRA	D + 0,4m ID6 mm	4,74	58	26,75	
TETRACAL ULTRA	D + 0,4m ID6 mm	4,74	58	26,45	TEST INCIDENCE % BATTERIE
TETRACAL ULTRA	D + 0,4m ID6 mm	4,80	58	26,59	IDEM
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,75	50	26,45	IDEM
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,78	43	26,24	IDEM
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,78	40 puis arrêt débitmètre	26,45	IDEM
TETRACAL	D + 0,4m ID6 mm	4,78	Mesure au démarrage débitmètre 60	26,36	IDEM

L'ensemble des résultats obtenus est conforme aux exigences, sauf pour la mesure du TETRACAL réalisée en configuration F qui s'écarte de 6,25 % du débit de l'instrument. Cette même configuration, appliquée à la mesure du débit du FDMS à 3L/min, a déjà montré des résultats non conformes dans le tableau 3. L'usage de tuyau en PVC armé pour la mesure de débit est à proscrire, pouvant induire un résultat non conforme pour le TETRACAL.

La longueur des autres types de tuyau n'a pas eu d'influence sur le résultat de la mesure de débit.

Par ailleurs, il n'a pas été noté d'incidence de la charge de la batterie, (piles alcalines, environ 70 et 90 % de charge) des débitmètres sur la mesure du débit en comparaison aux mêmes débitmètres raccordés sur le réseau électrique à l'aide de leur adaptateur secteur.

Concernant l'impact de la température de travail sur les débitmètres, l'incidence d'une température de fonctionnement du débitmètre plus froide que celle du laboratoire a été simulée. Pour cela, les débitmètres ont été conditionnés dans un réfrigérateur préalablement à la réalisation de la mesure de débit sur l'AE33. Le débitmètre avait alors une température de fonctionnement d'environ 11° C contre une température d'environ 26° C dans la plateforme instrumentale où se trouve l'AE33 ; soit un écart de 15° C. Cela a abouti à une sous-estimation du débit d'environ 5,2 % pour le TETRACAL par rapport aux 4,80 L/min de l'instrument. Aucune incidence sur la mesure de débit n'a été constaté avec l'ULTRACAL.

A noter qu'aucune incidence sur la mesure de débit sur l'AE33 n'a été relevé avec les débitmètres ayant été soumis à des températures supérieures à celle du laboratoire. Cette mesure de débit a été réalisée immédiatement à l'entrée échantillon de l'instrument.

C'est-à-dire sans avoir pris le temps de stabiliser les débitmètres dans les conditions ambiantes de température et de pression. La température ambiante était d'environ 31° C. Celle de la plateforme instrumentale était d'environ 25° C. Ce différentiel de température n'a pas eu d'impact sur les mesures de débit. Celles-ci étaient conformes.

Ces résultats ne permettent pas de quantifier d'écart de température à partir duquel il n'y aurait pas d'impact sur la mesure de débit. En l'état, il apparaît opportun d'utiliser un débitmètre dont la température de fonctionnement sera la plus proche possible de la température ambiante extérieure ou de celle de la plateforme instrumentale ici (ou « station » pour les AASQA), selon que la mesure est réalisée en tête de ligne d'échantillonnage ou à l'entrée de l'instrument.

3.1 Tests en laboratoire

3.1.1 Incidence de la charge de la batterie sur la mesure de débit

Un débitmètre de type TETRACAL a été connecté directement sur une microbalance d'un TEOM 1400ab non équipé de son module FDMS 8500C (débit de 3 L/min). Les mesures ont été réalisées jusqu'au déchargement complet de sa batterie, sur deux jours non consécutifs, pour cause de week-end.

Le tableau 5 recense les résultats obtenus.

Tableau 5 : Incidence de la charge de batterie sur la mesure du débit

Date / Heure	Débit (L/min)	T (°C)	Date / Heure	Débit (L/min)	T (°C)
20/07/18			23/07/18		
11H24	3,06	21,3	11H25	3,03	20,3
11H27	3,06	21,3	12H23	3,04	20,8
11H42	3,05	20,7	14H00	3,05	21,3
11H51	3,06	21,0	15H30	PLUS DE BATTERIE	
11H59	3,05	21,1			
12H22	3,06	20,8			
12H51	3,05	20,5			
13H11	3,05	20,5			
13H43	3,05	20,3			
14H11	3,05	20,8			
15H04	3,06	21,6			
15H57	3,06	21,8			
16H22	3,06	21,6			

Les résultats, consignés dans le tableau 5 ne montrent aucune incidence de la charge de la batterie sur la mesure du débit effectuée à l'aide d'un débitmètre TETRACAL.

3.1.2 Incidence des tuyaux utilisés pour la mesure du débit

La mesure de débit a été réalisée sur le débit principal à 3 L/min d'une microbalance de TEOM 1400ab non équipé de son module FDMS 8500C avec un débitmètre à piston type BIOS DEFENDER (non disponible pour les essais sur site présentés dans la section 3.1). Le descriptif des tuyaux utilisés pour les tests est consigné dans le tableau 2. Certaines configurations autres que celles utilisées sur site ont été testées ici. Par exemple, une configuration portant la longueur maximale à 15 mètres (A+C) a été testée; aussi, certaines longueurs de tuyau ont été obtenues à partir de plusieurs tuyaux de longueur différente connectés entre eux afin d'étudier un éventuel impact de ce type de configuration.

Le tableau 6 recense les résultats obtenus.

Tableau 6 : Incidence des tuyaux utilisés sur un débitmètre à piston

Débit mesuré L/min	Code essais	Observations
3,077	E + D + RACCORD NPT (Nylon)	
3,083	C + D + RACCORD NPT (Nylon)	
3,089	D+A	
3,093	D+B	
3,090	B+C	
3,096	A+C	
3,100	C+B+F	
3,104	C+B+F	STABILISE 5 MINUTES A T REF 29,24°C
3,115	C+B+F	STABILISE 5 MINUTES A T REF -10°C

Les résultats reportés dans le tableau 6 ne montrent pas d'incidence particulière liée à la nature, au diamètre et à la longueur de tuyaux, quelle que soit la configuration testée. En effet, les mesures montrent seulement un écart maximal de 1,3 % entre la valeur de débit la plus faible et celle la plus élevée à comparer à la valeur de 3,077 L/min, qui est la moyenne des débits mesurés ici.

Il n'a pas été noté d'incidence de la température de fonctionnement sur la mesure de débit sur le test réalisé ici. Cependant ce résultat est relatif car le temps de stabilisation employé ici était très court : cinq minutes à comparer aux 45 minutes du test réalisé sur site (chapitre 3.2.2).

3.2 Tests combinés

Les tests ont consisté à utiliser un débitmètre TETRACAL (effet Venturi), dont la charge de batterie est quasi-pleine (90 %), ainsi qu'un débitmètre BIOS DEFENDER (à piston) branché sur adaptateur secteur. Les mesures ont été effectuées avec différents types de tuyau, dont le descriptif figure dans le tableau 7, sur un FIDAS 200. Pour cet AMS, le fabricant recommande de ne pas utiliser un débitmètre à piston. Selon lui, ce type de débitmètre générerait une perte de charge qui pourrait induire une erreur de mesure du débit. Une mesure en parallèle avec ces deux techniques de mesure différentes, utilisées ici, pourrait permettre d'infirmer ou de confirmer cette hypothèse.

Pour le FIDAS 200, les débits ont été consignés tels que lus sur l'affichage des débitmètres, sans correction. Habituellement, le débit instantané usuel d'un FIDAS est de 4,80 L/min aux conditions standard de température de 25°C et une pression de 1013,6 hPa.

Les résultats des mesures réalisées sur le FIDAS 200 sont consignés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Mesures de débit sur un FIDAS 200 à l'aide d'un débitmètre à effet venturi et un second, à piston

Type de débitmètre	Débit L/min	T référence °C	T FIDAS °C	T débitmètre (TETRACAL) °C	Type tuyau utilisé	Observations
TETRACAL	5,26	20,87	21,05	21,5	PVC L 4m+ RACCORD SILICONE 30 cm ID5mm +RACCORD LIGNE IADS	
DEFENDER	5,370	?	?	?	PVC L 4m+ RACCORD SILICONE 30 cm ID5mm +RACCORD LIGNE IADS	
TETRACAL	5,25	21,06	21,15	21,2	NPT3/8" 10m+ RACCORD SILICONE 30 cm ID5 mm +RACCORD LIGNE IADS	
DEFENDER	5,341	?	?	?	NPT3/8" 10m+ RACCORD SILICONE 30CM ID5mm +RACCORD LIGNE IADS	
TETRACAL	5,26	22,12	21,28	21,3	SILICONE ID8MM L 5m+ RACCORD LIGNE IADS	
DEFENDER	5,371	?	?	?	SILICONE ID8 mm L 5m+ RACCORD LIGNE IADS	

Les résultats reportés dans le tableau 7 ne montrent pas d'incidence particulière des tuyaux sur la mesure de débit, quel que soit le type de débitmètre utilisé.

Aussi, il n'a pas été constaté de résultat non conforme du fait d'utiliser un débitmètre à piston. Contrairement à l'hypothèse du constructeur, ce dernier pourrait être donc aussi utilisé pour une mesure de débit sur un FIDAS 200.

Par ailleurs, les résultats du tableau 7 ont montré un écart systématique de 3 % entre le DEFENDER (Piston) et le TETRACAL (effet Venturi). Pour rappel, ces deux débitmètres n'ont pas été étalonnés selon le même référentiel (voir chapitre 3.1). Cependant, les résultats des deux types de débitmètres ont été conformes au critère exigé par la norme sur le débit instantané i.e. 5 % d'écart maximum.

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le but initial de cette étude était de réaliser des tests représentatifs sur les protocoles de mesure de débit et sur les types de débitmètre, usuellement employés au sein des AASQA.

Devant l'impossibilité de disposer de l'ensemble des débitmètres utilisés en AASQA, les tests ont été réduits aux débitmètres disponibles au sein du LCSQA-INERIS, c'est-à-dire des débitmètres à effet venturi (BGI TETRACAL et BGI ULTRACAL) et à piston (BIOS DEFENDER)

A l'issue des tests, les recommandations suivantes peuvent être appliquées :

- L'usage de tuyau PVC armé pour la mesure de débit d'un TEOM-FDMS ou d'un AE33 avec un débitmètre TETRACAL est à proscrire;
- La température de fonctionnement du débitmètre TETRACAL et ULTRACAL, au moment de la mesure du débit sur site, doit être la plus proche possible de la température ambiante, que ce soit au niveau de la tête de prélèvement ou de l'instrument.

Les autres natures, longueurs et diamètre de tuyaux testés autre que le PVC armé ont généré des résultats conformes à l'exigence de la norme, c'est-à-dire pas plus de +/- 5 % de variation sur la mesure du débit instantané de l'instrument, quel qu'il soit.

Par ailleurs, il convient de rappeler que le diamètre du tuyau reliant l'AMS à contrôler et le débitmètre devra être choisi afin d'assurer un raccord étanche.

Enfin, il n'a pas été noté d'incidence de la charge de la batterie des débitmètres BGI TETRACAL et BGI ULTRACAL sur la qualité de leur mesure.

Ces enseignements seront ajoutés sous forme de recommandations dans les guides méthodologiques des analyseurs automatiques de PM lors de leur révision à l'horizon 2020.

Par ailleurs, le LCSQA proposera dans un guide méthodologique prévu début 2020 les choix techniques retenus et les protocoles d'utilisation associés adaptés pour le contrôle sur site de l'ensemble des paramètres « critiques » des AMS, soit T, P, HR et débit.