

Surveillance de la qualité de l'air intérieur facilitée par le compteur de particules Fluke 985

Note d'application

Introduction

Les économies d'énergie constituent une priorité pour les propriétaires de locaux. La plupart du temps, le système HVAC (chauffage, ventilation et climatisation) est la principale source de consommation énergétique. Des réductions d'impôts sont souvent accordées sur la base d'économies d'énergie au mètre carré. Mais les économies réalisées sur les dépenses énergétiques du système HVAC peuvent engendrer de sérieux problèmes de qualité de l'air intérieur en raison d'une régulation inadéquate de la ventilation, de la température et de l'humidité. Il est possible de réaliser des économies en éteignant le système la nuit, mais des polluants peuvent alors s'accumuler dans l'air. Si le système HVAC n'est pas correctement entretenu et si le filtre à air n'est pas contrôlé régulièrement, la probabilité de voir apparaître des problèmes de qualité de l'air

intérieur est grande. L'impact de la qualité de l'air intérieur a été mis en évidence dans de nombreux rapports sur les risques environnementaux et par des actions conjointes de l'agence pour la protection de l'environnement aux Etats-Unis (EPA). Des études plus approfondies démontrent que l'air intérieur de certains bâtiments commerciaux est jusqu'à cinq fois plus pollué que l'air extérieur.

Les particules véhiculées par l'air se présentent sous diverses formes : squames d'animaux, pollen de plantes, bactéries, fibres de verre, amiante et particules de combustion générées par des équipements ou des process de production. Pour identifier correctement et corriger les problèmes de qualité de l'air intérieur, les techniciens ont besoin d'un outil qui mesure les concentrations ponctuelles de particules et qui assure également un contrôle de process en continu.



L'importance du comptage des particules

Les concentrations de particules acceptables varient en fonction des lieux. Dans un environnement résidentiel ou commercial (par exemple, les habitations, les bureaux, les hôtels), les préoccupations relatives à la santé et au confort ainsi que la crainte des litiges inspirent souvent les études de qualité de l'air intérieur. Dans un environnement industriel ou un bâtiment du secteur public (par exemple, les hôpitaux, les usines agroalimentaires, les usines de fabrication de produits électroniques ou de précision), l'accent est mis sur les coûts énergétiques, le contrôle de la pollution et le rendement de la production. Un niveau de particules excessif peut provoquer, simultanément ou non, les symptômes suivants : maladie des grands ensembles, baisse de la productivité ou intoxication.

Le maintien d'un niveau admissible de qualité de l'air permet non seulement de réduire les coûts associés aux temps d'arrêt, mais également de diminuer ou de supprimer le coût des actions correctives futures. La première étape lors de la mise en place d'un programme de maintenance de la qualité de l'air intérieur consiste à déterminer s'il y a réellement un problème.

Etude de la qualité de l'air intérieur

Une étude de la qualité de l'air intérieur peut constituer la première étape d'un programme de maintenance continue ou faire suite à des plaintes relatives à la qualité de l'air. Que l'environnement soit de type commercial/résidentiel ou industriel/public, la méthodologie est la même :

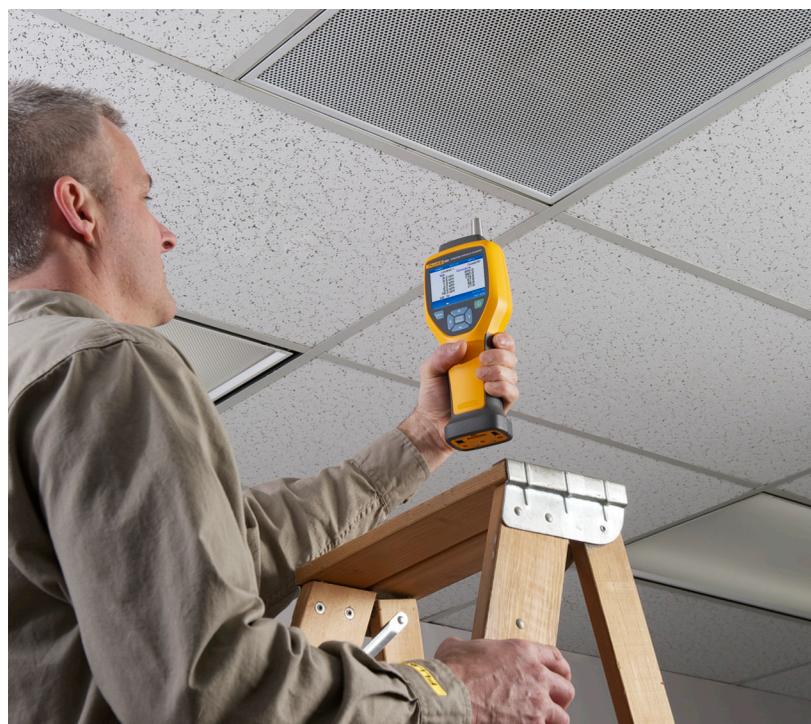
1. Réalisez une étude auprès du personnel « crédible » de la société. Qui a déposé plainte et quels sont les symptômes ? Les personnes qui ont déposé plainte se trouvent-elles au même endroit ou sont-elles dispersées dans la société ? Le but est d'évaluer la concentration ou le niveau de toxicité révélé par des réactions allergiques, des irritations, un inconfort ou une contamination accrue des produits.
2. Faites des recherches sur l'historique du bâtiment. Quand le bâtiment a-t-il été construit et/ou transformé ? Y a-t-il eu des dommages importants ? De quelle façon les réparations ont-elles été effectuées ? Quelles sont les procédures de maintenance au sein de la société ? Par exemple, les fuites au niveau du toit ou de la plomberie ont peut-être été réparées, mais les dommages sous-jacents n'ont pas été résolus.
3. Effectuez une inspection physique. Les techniciens doivent avoir une bonne connaissance de l'environnement de test et rechercher les sources possibles de particules nocives. Dans un environnement donné, les locaux regroupant des conduits d'évacuation, des chaudières et des produits d'entretien, ou encore avec de la peinture fraîche et/ou de la moquette doivent être pris en compte, plus particulièrement s'ils se trouvent dans une zone faisant l'objet de plaintes. Des odeurs ou des sources visibles (par ex., des moisissures) sont-elles à signaler ?
4. Mesurez la qualité de l'air. Lors d'une étude complète de la qualité de l'air intérieur, doivent également être réalisées des mesures de la température, de l'humidité et du taux de CO et de CO₂ afin d'identifier les problèmes relatifs à une ventilation inadaptée et/ou contaminée pouvant être à l'origine d'un problème de particules. Par exemple, les mesures de la température et de l'humidité sont essentielles pour identifier les moisissures et les bactéries. Un environnement dans lequel l'humidité relative est élevée ainsi que les concentrations de particules de 3 µm ou plus peuvent indiquer la présence de spores de moisissure. Ce problème devrait être résolu une fois les spores identifiées. Une concentration élevée de particules de 0,3 µm à 10 µm peut impliquer la présence de bactéries qui peuvent mettre en danger les patients dans un bloc opératoire ou un hôpital.

La procédure la plus efficace pour évaluer la qualité de l'air en intérieur consiste à prendre plusieurs mesures de l'air extérieur comme base, en notant où sont prises les mesures par rapport au site. Au moins une des mesures doit être prise à proximité du conduit d'entrée d'air du bâtiment. Notez cependant l'emplacement du conduit d'entrée d'air pour vérifier que les mesures de base ne sont pas biaisées par des sources polluantes, comme cela peut être le cas des zones situées à proximité d'un dock d'embarquement. Une concentration « cible » de particules dans l'air intérieur est ensuite calculée en modifiant les mesures de base en fonction de l'efficacité du filtrage à l'intérieur. Dans le cas d'une application de salle blanche, les

trois phases « telle que construite », « à l'arrêt » et « opérationnelle » peuvent être utilisées comme base. Une fois la base établie, les données recueillies doivent toujours être comparées à cette même base.

Les particules ont tendance à se diffuser très rapidement dans l'air ambiant, ce qui ne facilite pas l'identification de leur origine. L'une des méthodes consiste à prendre plusieurs mesures à l'intérieur, en commençant par la zone concernée par la plainte et en se déplaçant vers l'extérieur. Obtenez un plan du système HVAC tel qu'installé et utilisez-le pour établir une procédure d'inspection. Dans chaque zone, effectuez une mesure au centre de l'espace, près des entrées et des sorties d'air et près de tous les éléments du système HVAC. Veillez à effectuer des mesures en aval et en amont de tous les filtres à air à très haute efficacité. Au fur et à mesure de la collecte des données, notez les augmentations inhabituelles en termes de quantité et de taille des particules. Utilisez les fonctions de dénomination de lieux et de stockage des données du Fluke 985 pour distinguer les concentrations de particules de différents lieux et les comparer. Comparez les mesures de concentration de particules par rapport à la base pour obtenir la gravité relative de la concentration, et identifiez les zones et les chemins qui peuvent conduire à l'origine des particules. Continuez à suivre le chemin des concentrations élevées jusqu'à ce que l'origine soit identifiée. Une fois l'origine traitée, réévaluez la zone afin de vérifier que l'action corrective a résolu le problème.

En utilisant conjointement le testeur de température et d'humidité Fluke 971, le technicien peut également évaluer les mesures de température et d'humidité par rapport aux paramètres acceptés (voir les normes 55 et 62 de l'ASHRAE) dans le cadre d'une étude élémentaire de la qualité de l'air intérieur, et procéder aux étapes appropriées pour résoudre le problème.



Interprétation des données

Pour interpréter correctement les données, vous devez comprendre la zone de test. S'agit-il d'une zone résidentielle ou commerciale ? S'agit-il d'une salle blanche ou d'une zone de fabrication de précision ? S'agit-il d'une salle blanche « à l'arrêt » ou « opérationnelle » ? L'environnement est-il exposé à la fumée de tabac ou aux particules de combustion ? Y a-t-il des travaux au sein ou à proximité de l'environnement ? Une évaluation appropriée de l'environnement peut vous aider à affiner la liste des particules posant problème.

Les limites de concentration varient grandement en fonction de la taille et du type de société (entre autres variables). Cependant, une évaluation plus poussée peut déterminer l'existence ou non d'un problème. Les mesures de l'air extérieur ci-après constituent un point de référence de qualité pour le technicien :

Stopped		00:00:00		SAMPLE 1 of 5	
Location 1		Counts			
Size		Cumulative			
0.3	µm	814908			
0.5	µm	94271			
1.0	µm	16530			
2.0	µm	7264			
5.0	µm	2926			
10.0	µm	145			
1.0 F ³					
		10:27:15 AM		11-14-2011	

Figure A.

Scénario 1 : les niveaux de particules affichés dans la Figure B proviennent d'une nouvelle résidence (< 5 ans) et n'indiquent aucune concentration hors norme. Dans un environnement résidentiel, le niveau des particules est parfois supérieur à celui des mesures extérieures car les sources de particules potentielles sont plus nombreuses (par ex., squames d'animaux domestiques), la zone de diffusion est réduite et souvent l'épuration (système de filtres) est moins sophistiquée.

Stopped		00:00:00		SAMPLE 2 of 5	
Location 1		Counts			
Size		Cumulative			
0.3	µm	315298			
0.5	µm	101875			
1.0	µm	61879			
2.0	µm	45519			
5.0	µm	28105			
10.0	µm	2607			
1.0 F ³					
		11:27:15 AM		11-14-2011	

Figure B.

Scénario 2 : les niveaux de particules affichés dans la Figure C sont représentatifs d'un espace de travail standard et n'indiquent aucune concentration hors norme. Dans un environnement commercial, les niveaux de particules doivent être significativement inférieurs à ceux des mesures extérieures car le système d'épuration est de meilleure qualité et la dilution avec l'air extérieur plus forte.

Stopped		00:00:00		SAMPLE 3 of 5	
Location 1		Counts			
Size		Cumulative			
0.3	µm	113899			
0.5	µm	21898			
1.0	µm	9383			
2.0	µm	5934			
5.0	µm	3285			
10.0	µm	617			
1.0 F ³					
		12:27:15 PM		11-14-2011	

Figure C.

Scénario 3 : les niveaux de particules affichés dans la Figure D sont issus d'un environnement résidentiel ancien comportant des moisissures visibles. Les mesures sont beaucoup plus élevées et des procédures doivent être mises en place pour assainir la zone de moisissures et traiter la cause du problème.

Stopped		00:00:00		SAMPLE 4 of 5	
Location 1		Counts			
Size		Cumulative			
0.3	µm	2651469			
0.5	µm	291193			
1.0	µm	70852			
2.0	µm	36837			
5.0	µm	17993			
10.0	µm	1979			
1.0 F ³					
		1:27:15 PM		11-14-2011	

Figure D.

Scénario 4 : si l'origine des particules dans le scénario 3 n'est pas visible, reportez-vous aux tailles des particules (voir Tableau 1) pour identifier les origines possibles. Prenez un échantillon des particules et soumettez-le à un laboratoire afin d'approfondir son analyse.

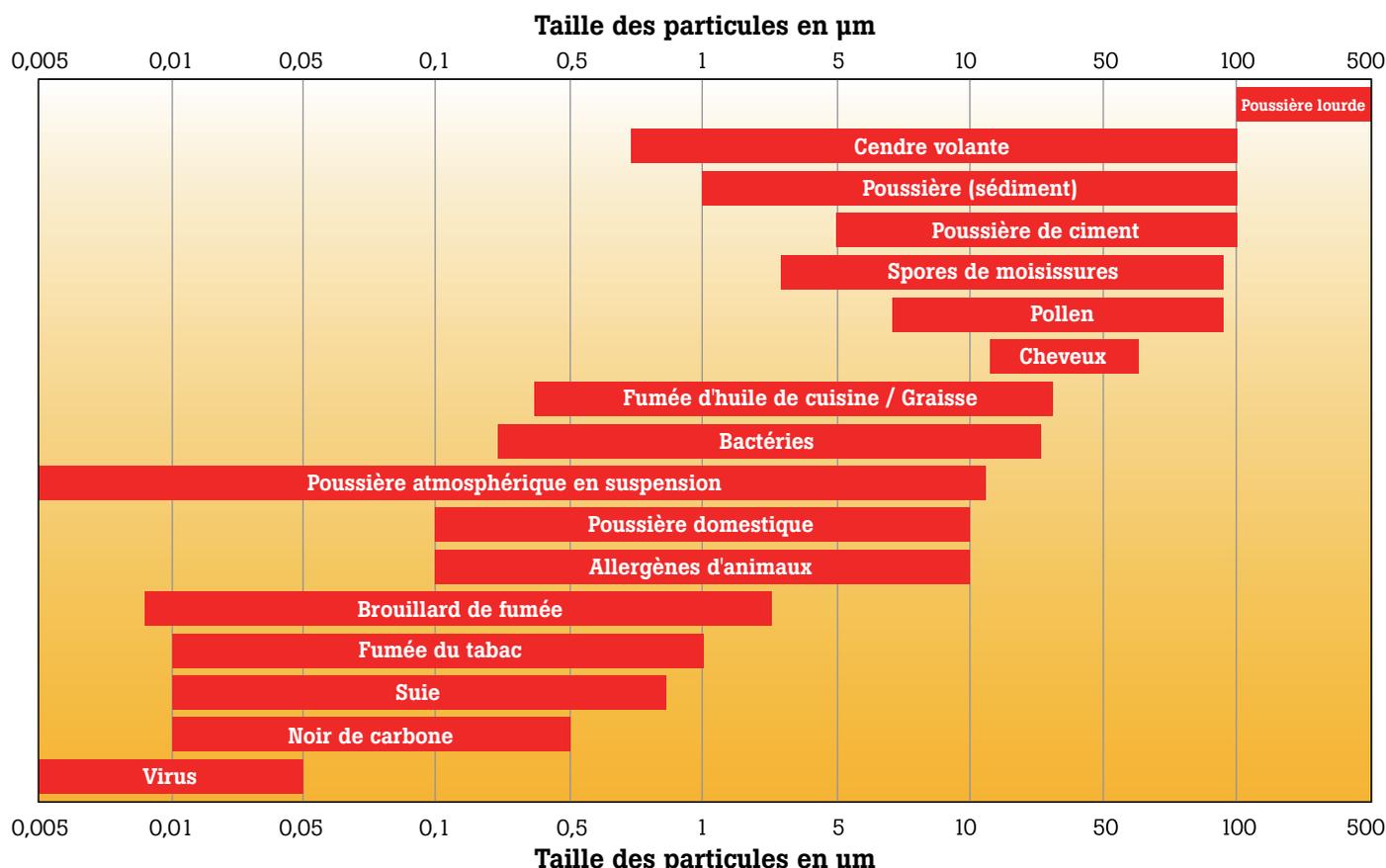


Tableau 1.

Exercice en salle blanche (certification et surveillance)

Les salles blanches constituent une excellente application pour un compteur de particules. La certification des salles blanches s'effectue normalement à la phase « telle que construite ». À titre d'exemple, testons le Fluke 985 dans le cadre de l'évaluation d'une salle blanche de classe 5 (ISO 14644). Pour qu'une salle blanche obtienne la classification 5, ses niveaux ne doivent pas dépasser les limites de classe de chacune des tailles de particule stipulées dans le tableau ci-après :

Le test s'appuie sur une concentration de particules de 0,3 µm dans la salle. Plusieurs échantillons de 2 litres sont prélevés dans la salle blanche à six emplacements différents et à six instants différents. Les résultats sont les suivants :

Classification ISO	Limites de particules par classe					
	0,1 µm m ³	0,2 µm m ³	0,3 µm m ³	0,5 µm m ³	1 µm m ³	5 µm m ³
1	10	2				
2	100	24	10	4		
3	1 000	237	102	35	8	
4	10 000	2 370	1 020	352	83	
5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
7				352 000	83 200	2 930
8				3 520 000	832 000	29 300
9				35 200 000	8 320 000	293 000

Environnement (E)	Concentrations (C1)						Concentration moy. (AC1)
	1	2	3	4	5	6	
A	750	560	655	730			674
B	1 575	1 250	750	950	1 100	1 300	1 154
C	1 300	850	980	1 125	1 350	975	1 097
D	1 150	775	450	825	845	1 000	841
E	825	855	730	940	695	925	828
F	1 700	1 585	1 135	900	1 725	1 210	1 376

Les mesures individuelles sont comprises dans la plage des limites pour la salle blanche. Cependant, nous pouvons effectuer les actions suivantes pour déterminer la validité statistique des mesures :

Etape 1 : Calcul de la moyenne (M) des concentrations moyennes (AC, Average Concentration) de particules

$$M = (AC_1 + AC_2 + AC_3 + AC_4 + AC_5 + AC_6) / L$$

$$995 = (674 + 1\ 154 + 1\ 097 + 841 + 828 + 1\ 376) / 6$$

Etape 2 : Calcul de l'écart type (SD, Standard Deviation) des moyennes

$$SD = (\sqrt{(AC_1-M)^2 + \dots + (AC_6-M)^2}) / (L-1)$$

$$116 = (\sqrt{(674-995)^2 + (1\ 154-995)^2 + (1\ 097-995)^2 + (841-995)^2 + (828-995)^2 + (1\ 376-995)^2}) / (6-1)$$

Etape 3 : Calcul de l'erreur type (SE, Standard Error) de la moyenne des moyennes

$$SE = SD / (\sqrt{L})$$

$$47,36 = 116 / (\sqrt{6})$$

Etape 4 : Etablir la limite supérieure de confiance (UCL, Upper Confidence Limit)

Emplacements	Facteur limite supérieure de contrôle (UCL) pour 95 % de confiance								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
Facteur UCL 95 %	6,31	2,92	2,35	2,13	2,02	1,94	1,9	1,86	S.O.

$$UCL = M + (\text{Facteur UCL} * SE)$$

$$1\ 087 = 995 + (1,94 * 47,36)$$

La moyenne résultante pour tous les environnements respecte les exigences d'une salle blanche de classe 5.

Le Fluke 985 fournit des données sur les particules via un afficheur unique six voies. Ainsi, le technicien consulte toutes les mesures en un clin d'œil. Même si l'exercice en salle blanche était axé sur des particules de 0,3 µm, l'affichage unique aurait immédiatement averti le technicien en cas de concentrations anormales de particules d'autres tailles. Avec le Fluke 985, le technicien peut configurer le nombre de voies affichées pour différentes tailles de particules et définir une alarme sonore ou sous forme de texte surligné en cas de surconcentration de particules d'une taille spécifique.

Une fois la salle blanche certifiée, le technicien peut également utiliser la fonction de graphique des tendances du Fluke 985 pour surveiller les concentrations de particules au cours d'une période spécifique définie par le technicien. Cette fonction peut être utilisée au cours de la phase « opérationnelle » de la salle blanche. Le technicien peut ainsi surveiller le processus de fabrication, contrôler qu'il n'y a pas de pics de concentration anormaux et repérer les événements qui introduisent des contaminants dans le processus. Ceci permet également au technicien de voir immédiatement la tendance sur l'appareil avant que les données soient exportées, ce qui permet de gagner énormément de temps en téléchargement de données. Grâce à la station d'accueil USB/Ethernet du Fluke 985, le technicien peut transférer rapidement les données vers un ordinateur par USB ou par le réseau, pour que les données soient immédiatement analysées et des actions correctives rapidement entreprises. La fonction de retardement du Fluke 985 est utile pour déterminer les concentrations de particules d'une salle blanche « à l'arrêt », après que les occupants de l'installation ont quitté les lieux, que le système de ventilation a filtré l'air et que l'environnement s'est stabilisé.

Perspectives sur le comptage des particules

Une étude de la qualité de l'air intérieur réussie réside dans la compréhension de l'environnement global. Le lieu, l'histoire du bâtiment, les plaintes, les enregistrements de processus et des facteurs mesurables tels que la température, l'humidité, la pression et la concentration de particules jouent tous un rôle dans la détection des problèmes de qualité de l'air en intérieur. Lorsque vous utilisez un compteur de particules, soyez conscient que l'origine d'une particule n'est peut-être que le symptôme d'un problème plus grave sous-jacent. Traiter l'origine des particules ne sera peut-être pas suffisant pour résoudre les problèmes de base liés à une filtration/ventilation insuffisante ou à une humidité excessive. Si ces conditions ne sont pas contrôlées, des symptômes identiques ou aggravés se reproduiront certainement. Dans le cadre de la maintenance préventive courante, le comptage de particules est primordial pour assurer un environnement sain et un bon rendement de production. Le Fluke 985 est un outil puissant, robuste et facile à utiliser qui aide le technicien à identifier les problèmes de particules et à définir précisément les mesures d'assainissement.

Tirer le meilleur parti des fonctions du compteur de particules

Un compteur de particules est relativement simple d'emploi ; cependant, comprendre les fonctionnalités qui différencient les compteurs relève parfois du défi. Les termes ci-après sont couramment utilisés pour décrire la précision, l'efficacité et d'autres paramètres d'un compteur de particules véhiculées dans l'air.

Mode de comptage : le mode de comptage définit la façon dont le compteur de particules affiche les données. Concentration et Comptage brut sont deux modes d'échantillonnage standard. Le Fluke 985 intègre également un mode Audio. Le mode Concentration échantillonne un petit volume d'air, puis calcule la valeur en fonction de l'unité de volume (cm³ ou litres) du compteur, alors que le mode Comptage brut permet à l'utilisateur de mesurer le nombre de particules qui s'accumulent au cours de la période d'échantillonnage. Ce mode peut être réglé sur Cumulatif (nombre total de particules de toutes les tailles) ou Différentiel (nombre de particules réparties entre les différentes tailles). Le mode Audio est utile pour rechercher des zones dont les concentrations en particules dépassent des niveaux prédéfinis. Lorsqu'un niveau est dépassé, le compteur le signale à l'utilisateur par une alarme sonore. Le mode de comptage définit la façon dont le compteur de particules affiche les données.

Comptage à zéro : le comptage à zéro est une mesure de la précision du compteur de particules à effectuer avant son utilisation, puis à intervalles réguliers ou lorsqu'une erreur d'échantillonnage est suspectée. Le filtre de comptage à zéro est installé sur le compteur de particules selon les instructions du fabricant, puis une analyse est effectuée pendant 15 minutes. Le compteur ne doit pas détecter plus d'une particule supérieure à 0,3 µm dans un laps de temps de cinq minutes.

Perte par coïncidences : une perte par coïncidences se produit lorsque deux particules croisent le faisceau laser du compteur simultanément. Cela crée une seule impulsion et entraîne la mesure d'une seule particule. Ce type d'erreur se produit plus fréquemment lorsque la concentration de particules augmente dans l'échantillon. Selon la norme 21501-4, la perte par coïncidences doit être inférieure ou égale à 10 % lorsque la concentration de particules est maximale. Le Fluke 985 est à 10 % à 141 258 667 particules par m³.

Efficacité du comptage : l'efficacité du comptage est la probabilité que le compteur détecte et mesure une particule passant dans le volume d'échantillonnage. Il s'agit d'une fonctionnalité d'évaluation à un seuil de sensibilité minimale, à partir duquel toutes les particules sont détectées et mesurées. Une efficacité de comptage de 50 % au seuil le plus sensible est généralement considérée comme optimale. De plus, elle facilite les comparaisons cohérentes entre les mesures des compteurs de particules optiques et celles des instruments de mesure à plus haute résolution.

Sensibilité : la sensibilité est la capacité d'un appareil à détecter les particules de petite taille à une efficacité de comptage donnée. Le Fluke 985 détecte les particules de 0,3 µm à une efficacité de comptage de 50 %.

Étalonnage : l'étalonnage est un ensemble d'opérations ou d'actions effectuées pour établir la relation entre les valeurs mesurées obtenues grâce à un instrument et les valeurs des paramètres correspondants définies dans une norme. Le Fluke 985 est étalonné à partir de sphères de latex polystyrène, largement utilisées en raison de leur taille uniforme et de leurs propriétés de réfraction de la lumière. Le Fluke 985 est conforme à la norme ISO 21501-4 : compteur de particules en suspension dans l'air en lumière dispersée pour espaces propres.

Étalonnage traçable NIST : la traçabilité est une caractéristique d'une mesure ou d'une norme et sa relation avec les références, lesquelles sont souvent des normes nationales ou internationales. Les sphères de latex polystyrène utilisées dans le processus d'étalonnage du Fluke 985 incluent un certificat d'étalonnage NIST (National Institute of Standards and Technology).

Fluke. Soyez à la pointe du progrès avec Fluke.®

Fluke France S.A.S.
Parc des Nations - Allée du Ponant Bat T3
95956 ROISSY CDG CEDEX
Téléphone: (01) 48 17 37 37
Télécopie: (01) 48 17 37 30
E-mail: info@fr.fluke.nl
Web: www.fluke.fr

N.V. Fluke Belgium S.A.
Langveld Park - Unit 5
P. Bastelersstraat 2-4-6
1600 St. Pieters-Leeuw
Tel: 02/40 22 100
Fax : 02/40 22 101
E-mail: info@fluke.be
Web: www.fluke.be

Fluke (Switzerland) GmbH
Industrial Division
Hardstrasse 20
CH-8303 Bassersdorf
Tel: 044 580 75 00
Fax: 044 580 75 01
E-mail: info@ch.fluke.nl
Web: www.fluke.ch

© Copyright 2012 Fluke Corporation. Tous droits réservés.
Imprimé aux Pays-Bas mm/yyyy.
Informations modifiables sans préavis.
Fluke. Soyez à la pointe du progrès avec Fluke
Pub_ID : 11904-fre

Toute modification du présent document est interdite sans le consentement écrit de Fluke Corporation.