



**EUROVENT / CECOMAF**



**EUROVENT 4/9 - 1997**

**METHOD OF TESTING AIR FILTERS  
USED IN GENERAL VENTILATION FOR  
DETERMINATION OF FRACTIONAL  
EFFICIENCY**

**EUROVENT 4/9 - 1997**

**METHOD OF TESTING AIR FILTERS  
USED IN GENERAL VENTILATION FOR  
DETERMINATION OF FRACTIONAL  
EFFICIENCY**

# **EUROVENT 4/9**

**Second edition 1997**

**Published by EUROVENT/CECOMAF**

**15 rue Montorgueil**

**F-75001 PARIS**

**Tel 33 1 40 26 00 85**

**Fax 33 1 40 26 01 26**

## FOREWORD

For the last twenty years, the characteristics of general ventilation filters have been established using the ASHRAE 52/76 method which formed the basis for various other standards and recommendations, particularly the recommendation EUROVENT 4/5.

This method which determines the total efficiency (atmospheric dust spot efficiency or synthetic dust weight arrestance) is widely used to compare the characteristics of filters. Nevertheless, the conventional nature of the method is no longer sufficient for a technical approach in filtration. An example is the control of indoor air quality or cleanliness constraints within a process.

Developments in the aerosol technology allow to have access to filter fractional efficiency. The EUROVENT Working Group 4b has developed a new method adapted for a better use of filters in industrial process and in the field of indoor air quality. This new method Eurovent 4/9 has replaced the old Eurovent 4/5 method.

## AVANT-PROPOS

*Depuis vingt ans les caractéristiques des filtres de ventilation générale sont déterminées par la méthode ASHRAE 52-76 qui a servi de base à de nombreuses normes et recommandations, en particulier la recommandation EUROVENT 4/5.*

*Cette méthode qui détermine l'efficacité globale (rendement à la tâche ou rendement gravimétrique) est largement utilisée pour comparer les caractéristiques des filtres entre eux.*

*Néanmoins le caractère conventionnel de la méthode n'est plus suffisant pour une approche technique de la filtration, par exemple pour la maîtrise de la qualité de l'air intérieur ou le respect des contraintes de propreté dans les process.*

*Les progrès de la métrologie des aérosols permettent maintenant d'accéder aux caractéristiques des filtres en termes d'efficacité spectrale. Le groupe de travail EUROVENT 4b a développé une nouvelle méthode plus adaptée pour une meilleure utilisation des filtres dans les process industriels et dans le domaine de la qualité de l'air dans les locaux.*

## VORWORT

Für die Bestimmung der Leistungsmerkmale von Luftfiltern für die allgemeine Raumluftechnik ist in den letzten 20 Jahren die Prüfmethode nach ASHRAE Standard 52/76 maßgeblich die Grundlage für verschiedene andere Normen und Empfehlungen gewesen, insbesondere für das EUROVENT-Dokument 4/5.

Diese Methode dient zur Bestimmung des Gesamt-Wirkungsgrades (Wirkungsgrad gegenüber atmosphärischem Staub oder Abscheidegrad gegenüber synthetischem Staub) und wird weithin verwendet, um die Leistungsmerkmale von Luftfiltern vergleichen zu können. Dieses traditionelle Prüfverfahren ist jedoch nicht mehr hinreichend für die heutigen Anforderungen auf dem Gebiet der Luftfiltration. Beispiele hierfür sind die Anforderungen an die Einhaltung der Raumlufqualität und Reinheitsanforderungen bei Prozessen.

Entwicklungen auf dem Gebiet der Aerosolmessung gestatten es, Fraktionsabscheidegrade zu ermitteln. Die EUROVENT-Arbeitsgruppe 4b hat eine neue Prüfmethode entwickelt, die der Verwendung von Luftfiltern für industrielle Prozesse und für Zwecke der Raumlufqualität eher entspricht.

**METHODE D'ESSAIS DE FILTRES A AIR  
UTILISES EN VENTILATION GENERALE  
POUR LA DETERMINATION DE L'EFFICACITE  
SPECTRALE**

## TABLE DE MATIERES

	<i>Page</i>
<b>1. INTRODUCTION</b>	4
<b>2. OBJET - DOMAINE D'APPLICATION</b>	5
<b>3. DEFINITIONS</b>	6
3.1. Air d'essai	6
3.2. Débit d'air nominal	6
3.3. Surface frontale	6
3.4. Vitesse frontale	6
3.5. Surface effective de filtration	6
3.6. Vitesse de filtration	6
3.7. Perte de charge initiale	6
3.8. Perte de charge finale nominale	7
3.9. Efficacité spectrale initiale	7
3.10. Efficacité spectrale pondérée	7
3.11. Rendement gravimétrique moyen à la poussière d'essai	7
3.12. Capacité de colmatage	7
3.13. Filtre H.E.P.A.	7
3.14. Filtre à air final	7
 <b>4. BANC D'ESSAI ET APPAREILLAGES</b>	 8
4.1. Circuit d'essai	8
4.2. Génération d'aérosol et neutralisation	8
4.2.1. Aérosol d'essai DEHS	9
4.2.2. Aérosol d'essai latex	9
4.2.3. Neutralisation d'aérosol	10
4.3. Compteur de particules	11
4.4. Lignes de transfert	11
4.5. Générateur de poussière	12
 <b>5. PROCEDURE D'ESSAI</b>	 12
5.1. Perte de charge initiale	12
5.2. Efficacité spectrale initiale	12
5.3. Capacité de colmatage et rendement gravimétrique	13
5.4. Différentes phases de l'essai	13
 <b>6. EXPRESSION DES RESULTATS (cf annexe A)</b>	 16
6.1. Débit - perte de charge initiale	16
6.2. Efficacité spectrale	16
6.3. Efficacité spectrale pondérée	17
6.4. Rendement gravimétrique et capacité de colmatage	18
6.5. Calcul d'incertitude	19

<b>7. ETALONNAGE DU COMPTEUR</b>	<b>20</b>
7.1. Procédure d'étalonnage en taille	20
7.2. Procédure d'étalonnage en concentration	20
7.3. Débit d'air prélevé	21
<b>8 . ABREVIATIONS</b>	<b>22</b>
Fig. 1 : Schéma du banc d'essai	23
Fig. 2: Dimensions du banc d'essai en mm	23
Fig. 3 : Schéma du système de génération de particules de latex	24
Fig. 4 : Schéma du gicleur	25
Fig. 5 : Schéma du porte sources du neutraliseur d'aérosols	26
Fig. 6 : Schéma du système de génération de particules de DEHS	27
ANNEXE A	28
ANNEXE B	34
ANNEXE C	36
ANNEXE D	43

## 1. INTRODUCTION

Ce document décrit une méthode d'essai, basée sur des systèmes et équipements utilisés depuis plusieurs années pour tester les filtres à air utilisés en ventilation générale, et qui utilise l'aérosol de LATEX ou de DEHS comme aérosol d'essai.

L'efficacité de filtration est déterminée en mesurant les concentrations amont et aval à l'aide d'une méthode de comptage de particules par laser dans la plage granulométrique 0,2 µm à 5 µm.

Cette méthode peut être étendue à une plage granulométrique plus grande, si des nouveaux systèmes d'essai donnant des résultats rapides et sûrs deviennent accessibles.

Pour l'instant, une discussion est en cours concernant l'aérosol le plus approprié pour tester les filtres en utilisant une méthode par comptage de particules.

Cette discussion n'est pas encore terminée.

Ce document contribuera aux travaux de normalisation européenne du CEN/TC 195 "Filtres à air de ventilation générale".

## 2. OBJET - DOMAINE D'APPLICATION

Le but de ce document est de décrire une méthode d'essai pour les filtres à air de ventilation générale à moyenne et haute efficacité. Par le passé, les caractéristiques de ces filtres étaient toujours établies par la méthode ASHRAE 52/76, qui a servi de base à diverses autres normes et recommandations (par exemple EUROVENT 4/5 et EN 779).

Cette nouvelle méthode permet d'accéder à une meilleure connaissance des caractéristiques des filtres, notamment en terme d'analyse spectrale.

Cette nouvelle méthode d'essai répond aux objectifs suivants :

- Caractériser les filtres en fonction des risques de certains aérosols pour la santé ;
- caractériser les filtres en fonction des contraintes de propreté dans les process ;
- mieux caractériser les filtres afin de transposer en utilisation réelle les caractéristiques obtenues au banc d'essai ;
- fournir des éléments techniques pour approcher la durée de vie d'un filtre ;
- contribuer à une méthode plus rapide et plus simple pour multiplier les contrôles au banc d'essai ;
- pouvoir transposer la méthode pour, en cas de besoin, contrôler in situ des installations de filtration.

Le document établit les spécifications concernant l'appareillage pour réaliser ces essais et définit l'analyse et la présentation des résultats de mesure.

Les résultats obtenus conformément avec la norme ne peuvent pas être utilisés pour prédire la durée de vie et le comportement d'un filtre sur une installation (perte d'efficacité, intégrité mécanique).

Suivant les conditions de fonctionnement, certains matériaux chargés électrostatiquement pourraient être neutralisés et perdre en efficacité.

La méthode décrite s'applique à tout filtre à air utilisé en ventilation générale avec une vitesse frontale d'au moins 0,6 m/s.

### **3. DEFINITIONS**

#### **3.1. Air d'essai**

Air utilisé pour les essais, qui est filtré par un filtre Très Haute Efficacité et dont l'humidité relative est conforme aux spécifications de fonctionnement du filtre ou, par convention, inférieure à 70 %.

#### **3.2. Débit d'air nominal**

Quantité d'air que le filtre est destiné à traiter suivant les spécifications du fabricant (exprimé en m<sup>3</sup>/s pour une masse volumique de référence de 1,20 kg/m<sup>3</sup>).

#### **3.3. Aire frontale**

Aire de la section intérieure du conduit d'essai immédiatement en amont du filtre en essai (valeurs nominales 0,61 x 0,61 m = 0,37 m<sup>2</sup>).

#### **3.4. Vitesse frontale**

Rapport du débit d'air à l'aire frontale (exprimée en m/s).

#### **3.5. Aire effective de filtration**

Surface de filtration du filtre en contact avec l'air d'essai (exprimée en m<sup>2</sup>).

#### **3.6. Vitesse de filtration**

Rapport du débit d'air à l'aire effective de filtration (exprimée en m/s).

#### **3.7. Perte de charge initiale**

Perte de charge du filtre propre fonctionnant à son débit d'air nominal (exprimée en Pascals).

### **3.8. Perte de charge finale nominale**

Perte de charge maximale de fonctionnement du filtre recommandée par le fabricant pour le débit d'air nominal (exprimée en Pascals).

### **3.9. Efficacité spectrale initiale**

Efficacité spectrale du filtre propre fonctionnant au débit nominal (exprimée en % pour chaque taille de particules sélectionnées).

### **3.10. Efficacité spectrale pondérée**

Moyenne pondérée des efficacités spectrales correspondant aux différents stades de colmatage.

### **3.11. Rendement gravimétrique moyen à la poussière d'essai**

Rapport de la quantité de poussière arrêtée par le filtre à la quantité de poussière présentée au filtre (exprimée en %) jusqu'à l'obtention de la perte de charge finale.

### **3.12. Capacité de colmatage**

Produit de la quantité de poussière présentée au filtre, par le rendement moyen gravimétrique, jusqu'à l'obtention de la perte de charge finale (exprimée en grammes).

### **3.13. Filtre HEPA**

Filtre à air d'un coefficient d'épuration supérieur à 10 000 (selon EUROVENT 4/4) pour le débit nominal et destiné à épurer l'air à l'amont du circuit d'essai.

### **3.14. Filtre à air final**

Filtre à air utilisé pour récupérer la poussière d'essai qui a traversé le filtre à air en essai.

## **4. BANC D'ESSAI ET APPAREILLAGES**

### ***4.1. Circuit d'essai***

Le circuit d'essai doit être conçu de façon à obtenir un aérosol stable avec une concentration homogène dans le banc d'essai. Le banc d'essai (cf. figure 1) est composé de plusieurs tronçons de section carrée dont les dimensions nominales sont 610 x 610 mm sauf pour le tronçon 3 dans lequel le filtre est installé.

Ce tronçon a une dimension nominale comprise entre 616 et 622 mm. La longueur de ce tronçon doit être égale à 1,1 fois la profondeur du filtre et avoir une longueur minimale d'1 mètre.

Un caisson de filtration HEPA est placé à l'amont du tronçon 1 dans lequel l'aérosol est dispersé. Le tronçon 2 comporte en amont le mélangeur au centre duquel est positionnée la buse d'alimentation en poussière et une plaque perforée destinée à uniformiser la distribution de poussière.

La sonde de prélèvement amont est placée dans le dernier tiers de ce tronçon. Lors des essais gravimétriques, cette sonde de prélèvement doit être retirée.

Le tronçon 5 est équipé à l'amont d'un filtre final pour les essais gravimétriques et à l'aval, de la sonde de prélèvement aval.

Les dimensions du banc d'essai et la position des prises de pression sont données dans la figure 2.

Le circuit d'essai peut fonctionner en surpression ou en dépression. Cependant, le fonctionnement en surpression (ventilation à l'amont) garantit une étanchéité relative du circuit meilleure que le fonctionnement en dépression. Les circuits doivent être équipés en conséquence d'un dispositif de mesure de débit adapté à une méthode normalisée.

### ***4.2. Génération et neutralisation d'aérosol***

L'aérosol d'essai pour la détermination de l'efficacité spectrale sera constitué par des particules de DEHS ou de LATEX.

#### **4.2.1. Aérosol d'essai de DEHS**

L'aérosol de DEHS (DiEthylHexylsebacate), produit par gicleur de type Laskin, est largement utilisé pour les essais de filtre et a remplacé l'aérosol de DOP. Le système de génération comprend un petit récipient avec le DEHS liquide et un gicleur de type Laskin (Cf. Figure 6).

L'aérosol est généré en alimentant le gicleur de type Laskin avec une faible quantité d'air filtré. Les vésicules pulvérisées sont directement introduites dans le banc d'essai, figure 1.

La pression et le débit d'air de pulvérisation varient avec le débit d'essai, la température du liquide et la hauteur du niveau de DEHS. Pour un débit d'essai de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  la pression est d'environ 17 kPa correspondant à un débit d'air d'environ  $0,39 \text{ dm}^3/\text{s}$  ( $1,4 \text{ m}^3/\text{h}$ ) à travers le pulvérisateur.

Avant les essais, régler la concentration amont pour avoir une concentration stable en dessous du seuil de coïncidence du compteur de particules.

Tout système de génération de DEHS, autre que le générateur Laskin décrit, permettant de produire un spectre granulométrique compatible avec la réalisation des essais et couvrant la plage granulométrique  $0,2$  à  $5 \mu\text{m}$ , peut être utilisé. Il peut s'agir par exemple du générateur de brouillard d'huile décrit dans la norme française NF X 44-060 : Séparateurs aérauliques. Epurateurs de brouillard d'huile avec ventilateur intégré pour l'industrie du décolletage. Méthode d'essai. Ce générateur comprend 2 enceintes sous pression et un pulvérisateur sonore raccordé à une alimentation en air comprimé.

#### **4.2.2. Aérosol d'essai de latex**

Les particules de "Latex" qui constituent l'aérosol d'essai sont des microsphères d'une résine synthétique fabriquée industriellement. La dénomination exacte de ce produit est acetate de vinyle homopolymère, et il permet de couvrir la plage granulométrique  $0,1$  à  $12 \mu\text{m}$ . Cette émulsion est diluée dans de l'eau désionisée à une concentration de 2 % puis dispersée par un pulvérisateur.

Le système de génération de particules comprend une chambre à dilution à l'intérieur de laquelle est pulvérisée la suspension de latex (cf. figure 3). Après séchage dans la chambre à dilution, les particules de latex transitent par un neutraliseur de charges qui a pour fonction de rendre l'aérosol électriquement neutre.

Le pulvérisateur est du type "Collison". Le tube d'alimentation en air comprimé et le gicleur, représentés figure 4, sont positionnés au centre de la chambre à dilution.

La base du gicleur est raccordée par un tuyau souple au récipient d'alimentation en suspension de latex.

Les vésicules pulvérisées qui s'impactent sur les parois de la chambre à dilution s'écoulent vers le récipient d'alimentation, assurant ainsi un niveau quasi constant de l'émulsion.

Le gicleur est alimenté avec de l'air comprimé filtré à une pression voisine de 180 kPa suivant la valeur du débit d'essai correspondant à un débit de 0,083 dm<sup>3</sup>/s (0,3 m<sup>3</sup>/h).

La chambre à dilution est alimentée avec de l'air sec filtré (humidité relative = 10 % à 20°C et efficacité = 99,99 % selon EUROVENT 4/4) à un débit de 5,56 dm<sup>3</sup>/s (20m<sup>3</sup>/h).

Avant les essais, régler la concentration amont pour avoir une concentration stable en dessous du seuil de coïncidence du compteur de particules.

#### **4.2.3. Neutralisation d'aérosol**

La plupart des générateurs d'aérosol produisent des particules fortement chargées à cause du frottement mécanique. Ces charges doivent être neutralisées pour minimiser le dépôt de particules dû aux champs électriques.

Les particules neutralisées sont alors introduites dans le banc d'essai au niveau de la paroi du tronçon 1. Le neutraliseur à sources radioactives décrit à la figure 5 est approprié. Il est constitué par un cylindre de 40 mm de diamètre contenant 3 sources radioactives d'Américium 241 ayant une activité de 3,7 MBq chacune.

Une alternative appropriée au neutraliseur à sources radioactives est un neutraliseur électrostatique capable de produire un nombre élevé d'ions bipolaires qui neutralisent efficacement l'aérosol.

Cependant il faut noter que le neutraliseur électrostatique peut produire un grand nombre de particules ultrafines qui contribueraient à l'aérosol d'essai.

### **4.3. Compteur de particules**

Cette méthode nécessite l'utilisation d'un compteur optique de particules à source laser couvrant une plage d'échantillonnage  $0,2 \mu\text{m}$  à  $> 5 \mu\text{m}$  et ayant une grande capacité de comptage.

Le compteur de particules sera périodiquement étalonné avec des billes de latex monodispersées.

Comme alternative à l'utilisation d'un seul compteur de particules pour mesurer les concentrations amont et aval, on peut employer un système à laser double (cf. chapitre 7).

### **4.4. Lignes de transfert**

Deux lignes de transfert rigides d'égale longueur et de géométrie équivalente (coudes et longueurs droites) relient les sondes de prélèvement isocinétique amont-aval au compteur de particules.

Trois vannes simples permettent, soit d'échantillonner l'aérosol à l'amont ou à l'aval du filtre en essai, soit de faire un "blanc" par aspiration à travers un filtre HEPA. Ces vannes doivent être à passage direct.

Si le système à laser double est utilisé, les compteurs de particules sont directement reliés aux sondes de prélèvement isocinétique (mais également avec la possibilité de faire un « blanc »).

Le débit d'échantillonnage doit assurer le transport de l'aérosol sans pertes excessives par impaction ou sédimentation.

Le débit peut être assuré par la pompe du compteur dans le cas d'un compteur de particules à grand débit ( $0,47 \text{ dm}^3/\text{s}$ ) ou par une pompe auxiliaire dans le cas d'un compteur à plus faible débit ( $0,047 \text{ dm}^3/\text{s}$  par exemple). Cette ligne de gavage doit alors être équipée d'une buse de prélèvement isocinétique reliée directement au compteur de particules de façon à assurer des conditions isocinétiques avec une tolérance de  $\pm 10 \%$ .

#### **4.5. Générateur de poussière**

Le générateur de poussière est destiné à distribuer et à amener la poussière synthétique au filtre en essai à un débit constant pendant toute la durée de l'essai.

Dans le cas d'un générateur de poussière linéaire, une certaine masse de poussière préalablement pesée est disposée sur le plateau mobile d'alimentation. Le plateau avance d'une manière régulière, et la poussière est prise par une roue à palettes qui l'amène au niveau de la fente d'aspiration de l'éjecteur. L'éjecteur à air comprimé disperse la poussière dans le banc d'essai par l'intermédiaire du tube d'alimentation. L'air comprimé doit être sec, propre et exempt d'huile.

Dans le cas d'un générateur à perte de poids, la masse de poussière dispersée est enregistrée en continu pendant la phase de colmatage en même temps que la perte de charge du filtre en essai. Ce dispositif permet d'arrêter l'essai de colmatage pour une perte de charge finale fixée.

### **5. PROCEDURE D'ESSAI**

Le filtre sera monté conformément aux recommandations du constructeur après avoir été pesé au gramme près.

#### **5.1. Perte de charge initiale**

La mesure de la perte de charge initiale est enregistrée pour au moins quatre débits d'air de 50, 75, 100 et 125 % du débit d'air nominal. La perte de charge doit être mesurée au moyen des prises de pression statique situées comme indiqué à la figure 2.

Chaque prise de pression se fait en quatre points répartis sur le pourtour du conduit et reliés entre eux par une canalisation annulaire.

#### **5.2. Efficacité spectrale initiale**

La détermination de l'efficacité spectrale initiale est faite au débit nominal.

Le générateur d'aérosol est réglé aux conditions de fonctionnement précisées au paragraphe 4.2 assurant un débit compatible avec le comptage maximal du compteur de particules et avec le comptage minimal nécessaire pour une juste détermination de l'efficacité spectrale.

La mesure de l'efficacité est réalisée par une série de 13 comptages d'une minute menés successivement en amont et en aval du filtre en essai, avec une purge d'une minute avant chaque comptage ou avec un échantillonnage d'une minute sans comptage en amont ou en aval, juste pour stabiliser la concentration des particules dans les lignes de transfert.

Avec le système à double laser la mesure est effectuée de manière similaire mais dans ce cas seulement six comptages sont nécessaires.

Le prélèvement est réalisé par une sonde profilée placée au centre des sections de mesure amont et aval. Les dimensions des sondes sont calculées pour effectuer un prélèvement isocinétique.

### **5.3. Capacité de colmatage et rendement gravimétrique**

Afin de déterminer l'évolution de la perte de charge et de l'efficacité, le filtre est colmaté avec une poussière d'essai.

On utilise la poussière normalisée type ASHRAE (Norme ASHRAE 52/76).

La poussière est générée à une concentration de  $70 \text{ mg/m}^3$  jusqu'à atteindre une première perte de charge conventionnelle (150 Pa pour un filtre haute efficacité ou la valeur adéquate si la perte de charge initiale du filtre est supérieure à cette valeur (voir par. 5.4).

Le filtre final, qui a été préalablement pesé, est enlevé du banc d'essai et pesé à nouveau de façon à déterminer la masse de poussière qui a traversé le filtre et ainsi calculer le rendement gravimétrique.

### **5.4. Différentes phases de l'essai**

L'efficacité spectrale, le rendement gravimétrique à la poussière d'essai et la capacité de colmatage sont mesurés successivement afin d'obtenir les courbes de variation de l'efficacité et du rendement en fonction du colmatage. Les phases de colmatage doivent être les suivantes :

*Filtres à moyenne efficacité (EU1 - EU4) - Rendement et capacité de colmatage.*

1. Après 30 g de poussière générés ou augmentation de 10 Pa de la perte de charge du filtre en essai (le premier critère atteint)
2. Aux valeurs de perte de charge égales à 50, 100, 150 et 250 Pa (si possible).

*Filtres à haute efficacité (EU5 - EU9) - Efficacité spectrale, rendement et capacité de colmatage.*

1. Après 30 g de poussière générés ou augmentation de 10 Pa de la perte de charge du filtre en essai (le premier critère atteint)
2. Aux valeurs de perte de charge égales à 150, 200, 300 et 450 Pa (si possible).

5 mesures minimum seront effectuées (inclues les mesures initiales et finales). Des mesures intermédiaires seront effectuées si les critères ci-dessus ne permettent pas d'effectuer 5 mesures.

L'essai est arrêté si une valeur du rendement est inférieure à 75 % de la valeur du rendement maximal, ou si 2 valeurs du rendement sont inférieures à 85 % de la valeur du rendement maximal.

Après chaque phase de colmatage, le filtre sera ventilé pour abaisser le taux d'émission de particules "relarguées" par le filtre partiellement colmaté.

Après chaque phase de ventilation, un comptage sera réalisé à l'aval pour évaluer le taux de relargage résiduel pour les différentes tranches granulométriques.

Pour une tranche granulométrique donnée, ce taux de relargage s'exprime par le rapport du nombre de particules "relarguées" au nombre moyen de particules présentées à l'amont du filtre pendant la détermination de l'efficacité spectrale.

Ce taux donne directement l'erreur commise sur l'efficacité vraie calculée en tenant compte des particules "relarguées", la non prise en compte de ces particules conduit à une sous-estimation de l'efficacité spectrale du filtre.

Le filtre sera ventilé jusqu'à atteindre un taux de relargage inférieur à 2 % pour chaque classe granulométrique considérée.

Exemple :

$n_{ri}$  : nombre de particules « relarguées » de la classe granulométrique  $i$  (en aval du filtre pendant la phase ventilation)

$n_i$  : nombre de particules de la classe granulométrique  $i$ , non filtrées pendant la détermination de l'efficacité spectrale.

$N_i$  : nombre moyen de particules de la classe granulométrique  $i$  en amont du filtre pendant la détermination de l'efficacité spectrale.

Efficacité spectrale sans relargage :

$$E_i = \frac{N_i - n_i}{N_i} = 1 - \frac{n_i}{N_i}$$

Efficacité spectrale avec relargage :

$$E_{ri} = \frac{N_i - (n_i + n_{ri})}{N_i} = 1 - \frac{n_i}{N_i} - \frac{n_{ri}}{N_i}$$

$$\frac{n_{ri}}{N_i} = \text{taux de relargage}$$

## 6. EXPRESSION DES RESULTATS (Cf, annexe A)

### 6.1. Débit - Perte de charge initiale

La courbe représentant la perte de charge initiale en fonction du débit est tracée pour au moins 4 débits d'air de 50, 75, 100, 125 % du débit d'air nominal.

La perte de charge rapportée sera corrigée par rapport à une masse volumique de l'air de 1,20 kg/m<sup>3</sup> (cf. annexe B).

### 6.2. Efficacité spectrale

L'expression de base de l'efficacité spectrale, pour une classe granulométrique donnée (particules comprises entre 2 diamètres), est le rapport du nombre de particules arrêtées par le filtre au nombre de particules présentées à l'amont du filtre.

Le cycle de comptage doit être modifié de manière à ce que les 6 efficacités spectrales ponctuelles soient calculées de la même manière :

Nombre de comptage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
AMONT	N <sub>1</sub>		N <sub>2</sub>		N <sub>3</sub>		N <sub>4</sub>		N <sub>5</sub>		N <sub>6</sub>		N <sub>7</sub>
AVAL		n <sub>1</sub>		n <sub>2</sub>		n <sub>3</sub>		n <sub>4</sub>		n <sub>5</sub>		n <sub>6</sub>	

Six efficacités spectrales "ponctuelles" seront calculées comme suit : (cf annexe C).

$$E_1 = \left[ 1 - \frac{n_1}{\frac{N_1 + N_2}{2}} \right] 100$$

$$E_2 = \left[ 1 - \frac{n_2}{\frac{N_2 + N_3}{2}} \right] 100$$

$$E_3 = \left[ 1 - \frac{n_3}{\frac{N_3 + N_4}{2}} \right] 100$$

$$E_4 = \left[ 1 - \frac{n_4}{\frac{N_4 + N_5}{2}} \right] 100$$

$$E_5 = \left[ 1 - \frac{n_5}{\frac{N_5 + N_6}{2}} \right] 100$$

$$E_6 = \left[ 1 - \frac{n_6}{\frac{N_6 + N_7}{2}} \right] 100$$

L'efficacité spectrale sera égale à la moyenne de ces efficacités soit :

$$\bar{E} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 E_i$$

Les valeurs moyennes des efficacités spectrales en fonction du diamètre médian seront portées sur un graphe à échelle logarithmique. Le diamètre médian est le diamètre qui correspond au milieu de chaque classe granulométrique.

Pour les filtres à haute efficacité, l'échelle des ordonnées pourra être du type logarithme inversé de façon à plus détailler la partie 90 - 100 %. (cf. annexe B).

Pour le système à double laser l'efficacité spectrale sera calculée comme suit :

Nombre de comptages	1	2	3	4	5	6
AMONT	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>
AVAL	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>	n <sub>5</sub>	n <sub>6</sub>

$$E_i = \left[ 1 - \frac{n_i}{N_i} \right] 100 \quad \bar{E} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 E_i$$

### 6.3. Efficacité spectrale pondérée

L'efficacité spectrale pondérée est une efficacité spectrale moyenne qui tient compte des différentes phases de colmatage (cf annexe C).

Pour une série de "n" phases de colmatage, l'efficacité spectrale pondérée est donnée par la formule suivante :

$$E_j = \sum_{i=0}^{n-1} \left[ \left( \frac{E_{i,j} + E_{i+1,j}}{2} \right) \frac{M_{i+1}}{M} \right]$$

$E_j$  = Efficacité pondérée pour la classe granulométrique "j"

$E_{i,j}$  = Efficacité spectrale relative à la classe "j" pendant la phase de colmatage "i".

$M_i$  = Quantité de poussière générée pendant la phase de colmatage "i"

$$M = \sum_{i=0}^n M_i$$

$$i=0 \quad M_0 = 0 \quad E_{0,j} = \text{efficacité initiale}$$

L'efficacité spectrale pondérée en fonction du diamètre médian sera portée sur un graphe à échelle logarithmique.

#### **6.4. Rendement gravimétrique et capacité de colmatage**

Le rendement gravimétrique "A" pour une phase de colmatage donnée s'exprime par :

$$A_i = 100 \left[ 1 - \frac{m_i}{M_i} \right] \%$$

$m_i$  : masse de poussière traversant le filtre pendant la phase de colmatage  $i$ .

$M_i$  : masse de poussière générée pendant la phase de colmatage  $i$ .

La capacité de colmatage pour une perte de charge finale donnée est égale à la masse totale de poussière générée multipliée par le rendement gravimétrique moyen.

Le rendement gravimétrique moyen \* est donné par la formule suivante :

$$A_m = \frac{1}{M} [ M_1 A_1 + M_2 A_2 + \dots + M_n A_n ]$$

avec  $M$  : masse totale de poussière générée

$$M = M_1 + M_2 + \dots + M_n$$

$M_1, M_2, \dots, M_n$  : masses de poussière générées successivement pour atteindre les pertes de charge finales respectives suivantes :

$$\Delta p_1, \Delta p_2, \dots, \Delta p_n$$

(\* Pour une majorité d'essais, le rendement moyen peut être obtenu directement pour la durée totale de l'essai sans calcul des rendements intermédiaires ( $A_1, A_2, \dots$ ))

### 6.5. Calcul d'incertitude

Le calcul d'incertitude sur l'efficacité spectrale moyenne, définie au paragraphe 6.2, correspond à un intervalle de confiance bilatéral de la moyenne prenant en compte un niveau de confiance de 95 %.

D'après la norme ISO 2854-1976 :

$$\bar{E} - t_{(1-\alpha/2)} \frac{\delta}{\sqrt{n}} \leq \bar{E} \leq \bar{E} + t_{(1-\alpha/2)} \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$\bar{E}$  : Efficacité moyenne

$$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum E_i$$

$E_i$  : Efficacité « ponctuelle »

$t_{1-\frac{\alpha}{2}}$  Valeur qui dépend du nombre de degré de liberté "v"

$$v = n - 1 \text{ (cf. norme ISO 2854-1976)}$$

n : nombre d'efficacités « ponctuelles »  $E_i$  calculées

$\delta$  : écart type

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (E_i - \bar{E})^2}{n-1}}$$

## **7. ETALONNAGE DU COMPTEUR OPTIQUE**

Les compteurs optiques de particules fournissent des informations sur la concentration granulométrique des particules en quasi temps réel. Les informations sur la distribution granulométrique dépendent de l'étalonnage du compteur optique.

Suivant les modèles, des différences existent entre les systèmes optiques et électroniques et entre les systèmes d'échantillonnage.

Pour éviter ces problèmes, le même compteur pour les mesures en amont et en aval sera utilisé. L'étalonnage du compteur sera mené en utilisant un aérosol de composition proche de l'aérosol d'essai.

Si le système à double laser est utilisé (pour négliger l'influence d'une concentration d'aérosol instable) un étalonnage spécifique des deux compteurs de particules du même type est nécessaire. Il faut s'assurer que les deux compteurs ont la même efficacité de comptage pour chaque canal.

### ***7.1. Procédure d'étalonnage en taille***

L'étalonnage initial du compteur optique de particules qui, dans la présente méthode est un compteur à source laser, est réalisé à l'aide de particules sphériques isotropes monodispersées de latex de polystyrène ayant un indice de réfraction de 1,59.

L'étalonnage doit être réalisé pour au moins quatre canaux de la gamme de mesure de l'appareil, répartis sur l'ensemble de la gamme.

Chaque aérosol monodispersé est successivement généré par un atomiseur d'étalonnage, séché et dilué dans un flux d'air propre. Un prélèvement isocinétique est alors réalisé par le compteur optique.

La dilution de l'aérosol dans le flux d'air propre devra être telle que l'erreur de coïncidence soit inférieure à 5 % (probabilité de trouver plus d'une particule dans le volume sensible du compteur optique).

### ***7.2. Procédure d'étalonnage en concentration***

L'aérosol étalon n'existant pas, l'étalonnage en concentration n'est pas réalisable.

### **7.3. Débit d'air prélevé**

Le débit d'air du compteur doit être contrôlé par rapport à une méthode normalisée.

Afin de réaliser un prélèvement isocinétique, surtout pour les particules les plus grosses ( $> 1 \mu\text{m}$ ), il est important de connaître ce débit.

L'étalonnage du débit d'air doit tenir compte de l'incidence de la perte de charge des lignes de prélèvement.

## 8. ABBREVIATIONS

ASHRAE	- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CAS	- Chemical Abstract
CEN	- Comité Européen de Normalisation
DEHS	- DiEthylHexylsebacate
DOP	- DioctylPhthalate
DOS	- Dioctylsebacate
HEPA	- High Efficiency Particulate Air Filter
ISO	- International Standards Organisation
MBq	- Mega Becquerel
SAC	- Type normalisé de sources de rayonnement alpha

Figure N° 1 : Schéma du banc d'essai

- |  |  |
|--|--|
| 1 - Tronçon du banc d'essai                              | 9 - Sonde d'introduction de la poussière     |
| 2 - Tronçon du banc d'essai                              | 10 - mélangeur                               |
| 3 - Tronçon du banc d'essai                              | 11 - Plaque perforée                         |
| 4 - Tronçon du banc d'essai                              | 12 - Sonde de prélèvement amont              |
| 5 - Tronçon du banc d'essai                              | 13 - Sonde de prélèvement aval               |
| 6 - Tronçon du banc d'essai                              | 14 - Filtre final pour l'essai gravimétrique |
| 7 - Filtre HEPA  |  |
| 8 - Point d'introduction des particules de DEHS ou LATEX |  |

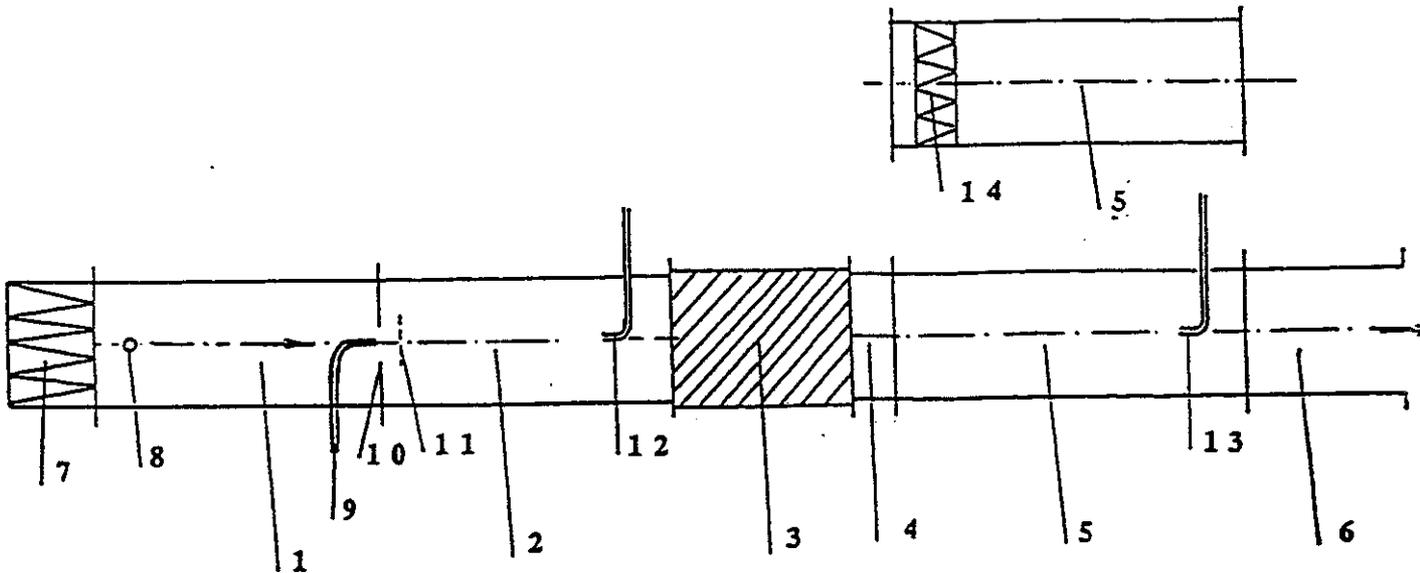


Figure n° 2 :

Dimensions du banc d'essai en mm

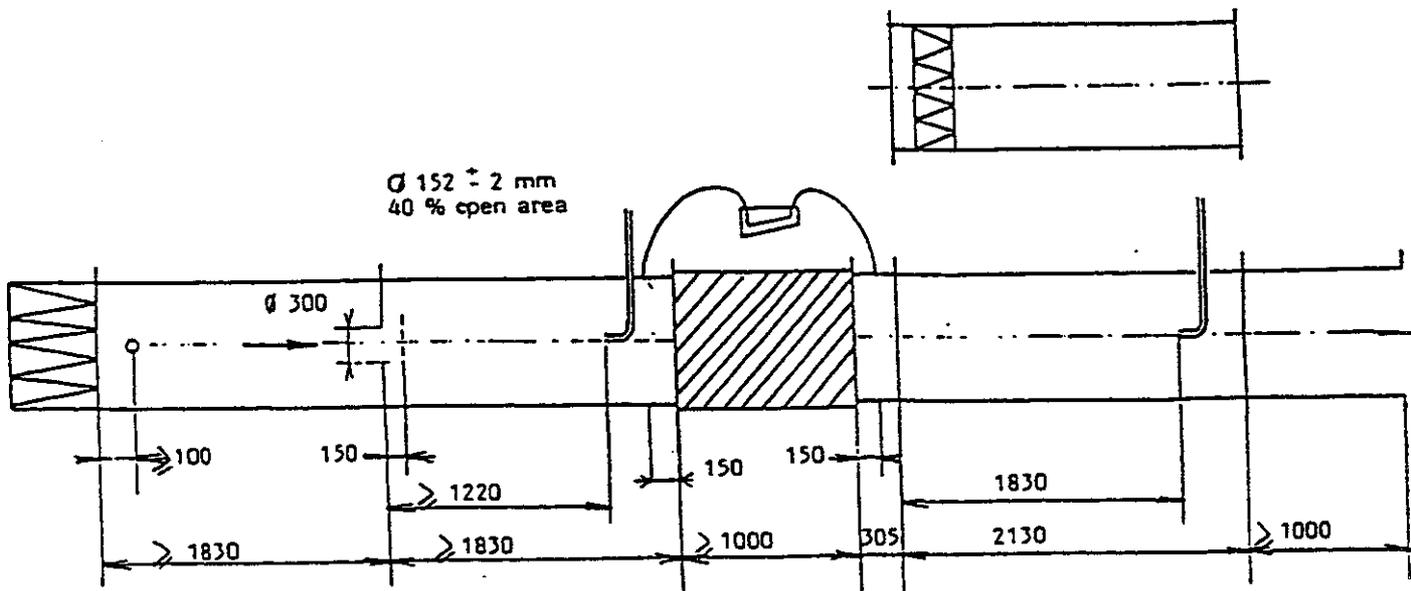




Figure N° 4 : Schéma du pulvérisateur (dimensions en mm)

- 1 - Tube d'alimentation en air comprimé
- 2 - Gicleur
- 3 - Détail du gicleur
- 4 - Trois trous  $\varnothing 1,6$  également espacés
- 5 - Trois trous  $\varnothing 0,35$

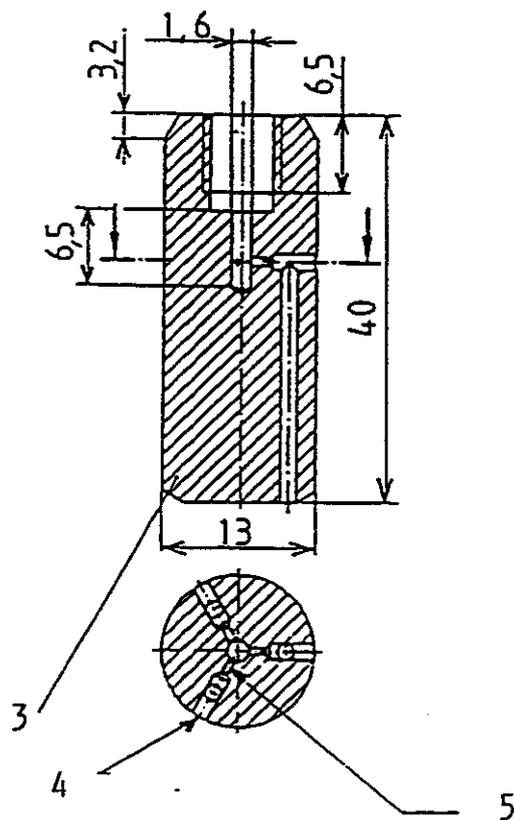
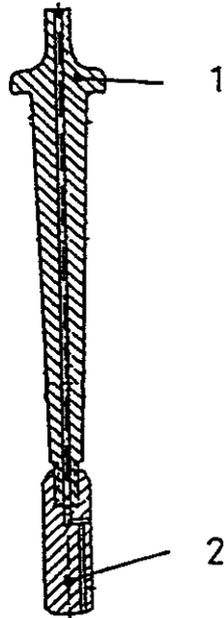
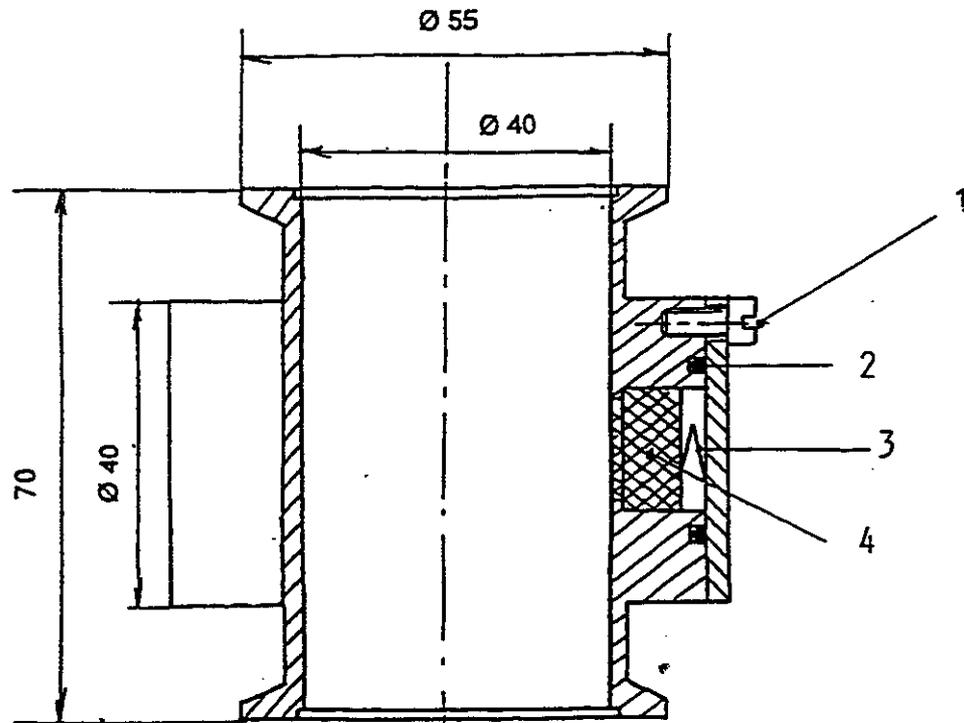


Figure N° 5 : Schéma du porte sources du neutraliseur d'aérosol  
(dimensions en mm)

- 1 - Trois vis de fixation
- 2 - Joint torique
- 3 - Ressort à lame
- 4 - Source SAC 2 (3,7 MBq chacune)
- 5 - Trois logements équidistants pour sources SAC2



SECTION AA

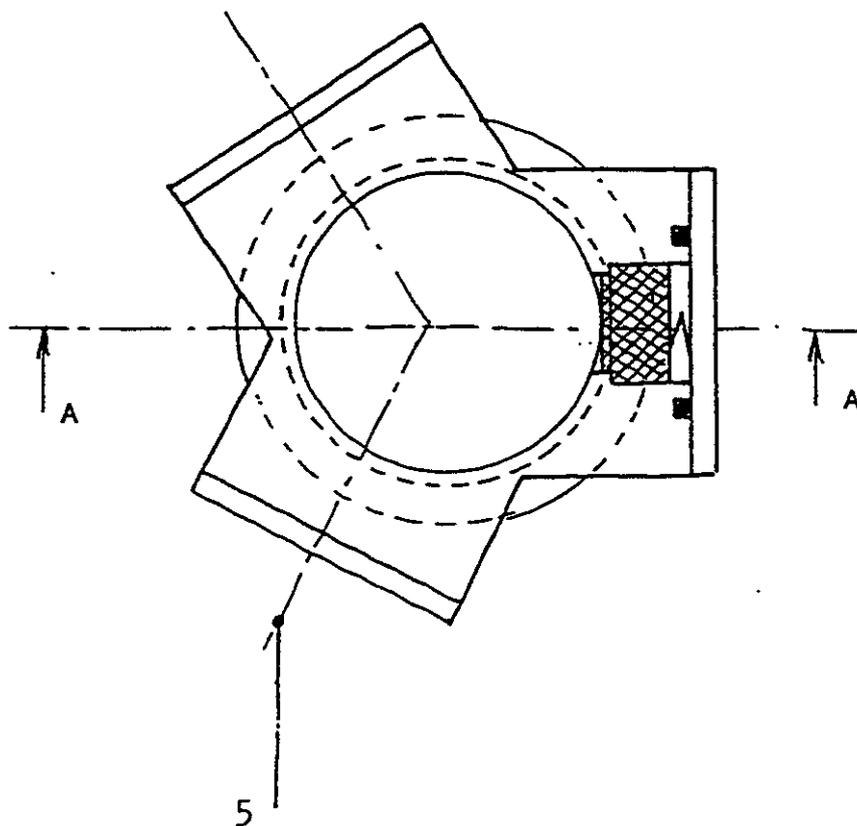


Figure N° 6 : Schéma du générateur de particules de DEHS  
(dimensions en mm)

- 1 - Air filtré (pression 17 kPa)
- 2 - Aérosol dirigé vers le banc d'essai
- 3 - Gicleur Laskin
- 4 - DEHS
- 5 - Quatre trous  $\varnothing 1,0$  répartis à  $90^\circ$  affleurant le bas de la collerette
- 6 - Quatre trous  $\varnothing 2,0$  le long du tube vis-à-vis des trous radiaux

DEHS est identique à DES Di (2-ethylhexyl) Sebacate or Bis (2-ethylhexyl) Sebacate ou DOS (Diocetylsebacate)  
DEHS/DES/DOS - formule

$\text{CH}_3 (\text{CH}_2) \text{CH} (\text{C}_2\text{H}_5) \text{CH}_2\text{OOC} (\text{CH}_2) \text{COOCH}_2\text{CH} (\text{C}_2\text{H}_5) (\text{CH}_2) 3\text{CH}_3$  DEHS :

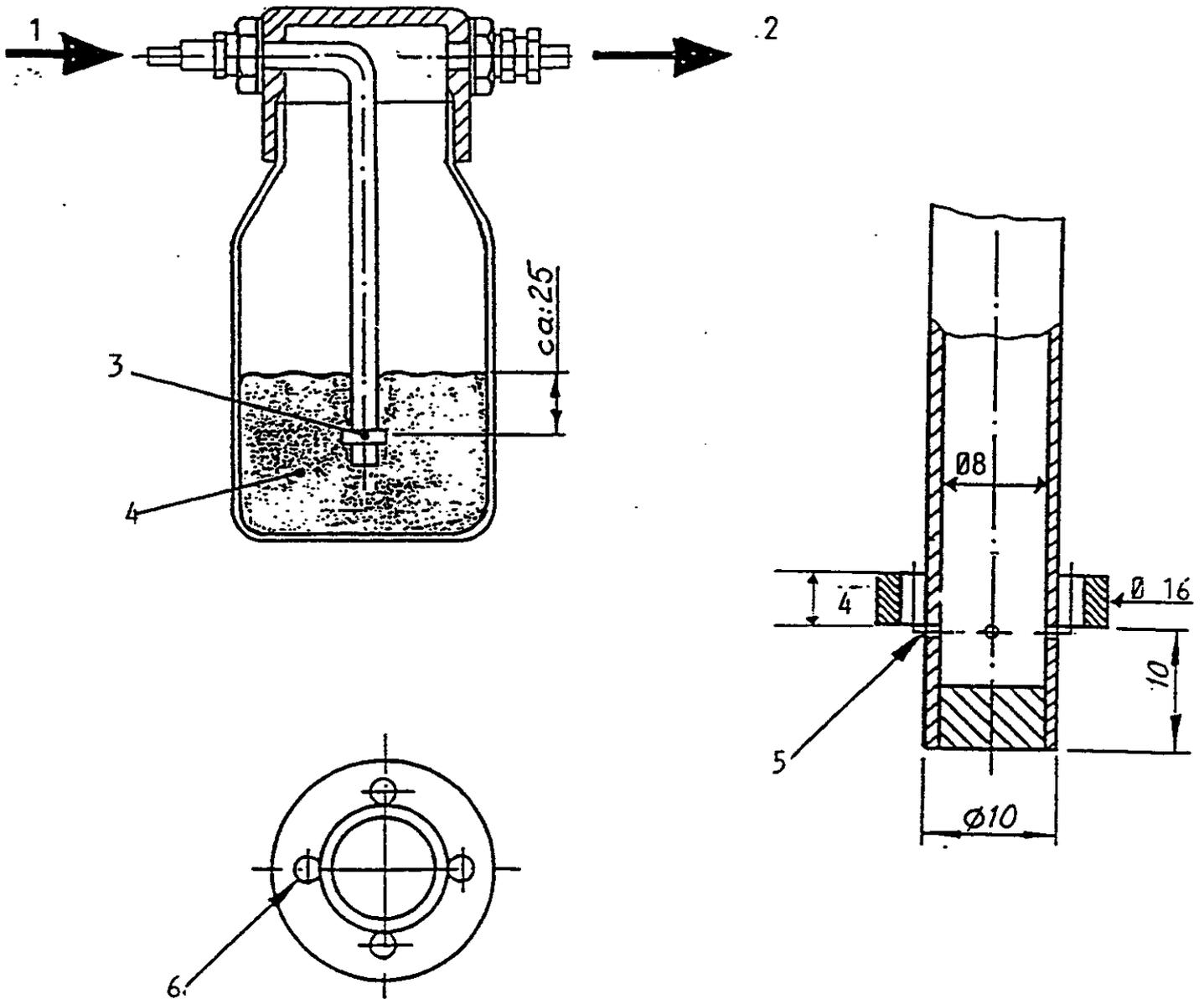
Densité ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) 915

Point éclair ( $^\circ\text{C}$ ) 215

Indice de réfraction 1,451

Viscosité ( $\text{cst} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ) 22

CAS no 122-62-3



# **ANNEXE A**

**Rapport d'essai selon EUROVENT 4/9  
Présentation des résultats**

## **ANNEXE A**

### **RAPPORT D'ESSAI SELON EUROVENT 4/9**

#### **PRESENTATION DES RESULTATS**

##### **1. GENERALITES**

N° du rapport d'essai :

Organisme chargé de l'essai :

Date de l'essai :

Demandeur de l'essai :

##### **2. FILTRE ESSAYE**

Fabricant :

Modèle :

Dimensions :

Surface effective de filtration :

Type de filtre :

Information complémentaire :

### 3. RESULTATS D'ESSAI

Débit d'air nominal d'essai ( $m^3/s$ ) :

Perte de charge initiale au débit nominal (Pa) :

Efficacité spectrale pondérée ( $0,4 \mu m$  et  $\Delta P = 450 Pa$ ) :

Capacité de colmatage ( $\Delta P = 450 Pa$ ) :

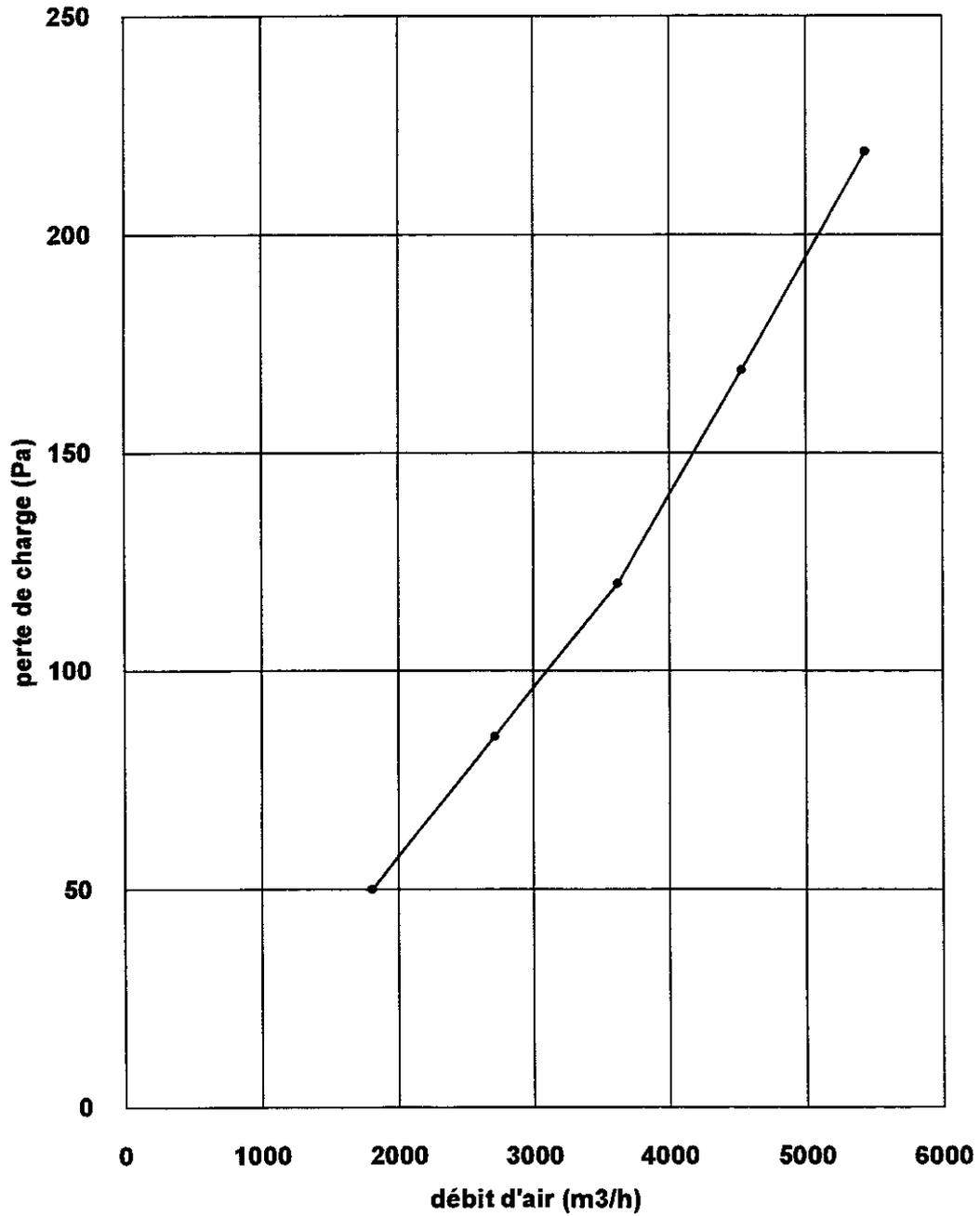
Rendement gravimétrique moyen ( $\Delta P = 450 Pa$ ) :

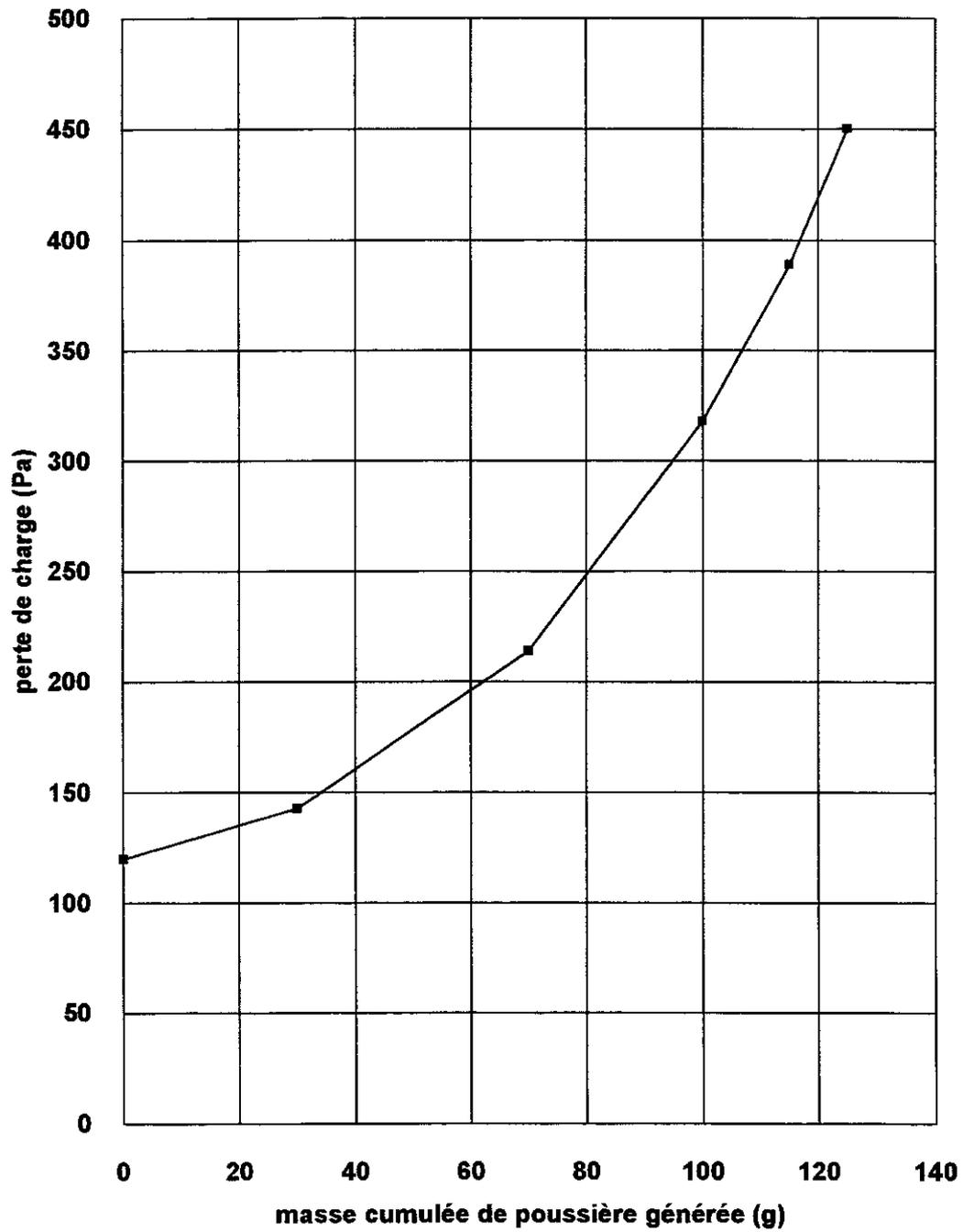
Classe du filtre :

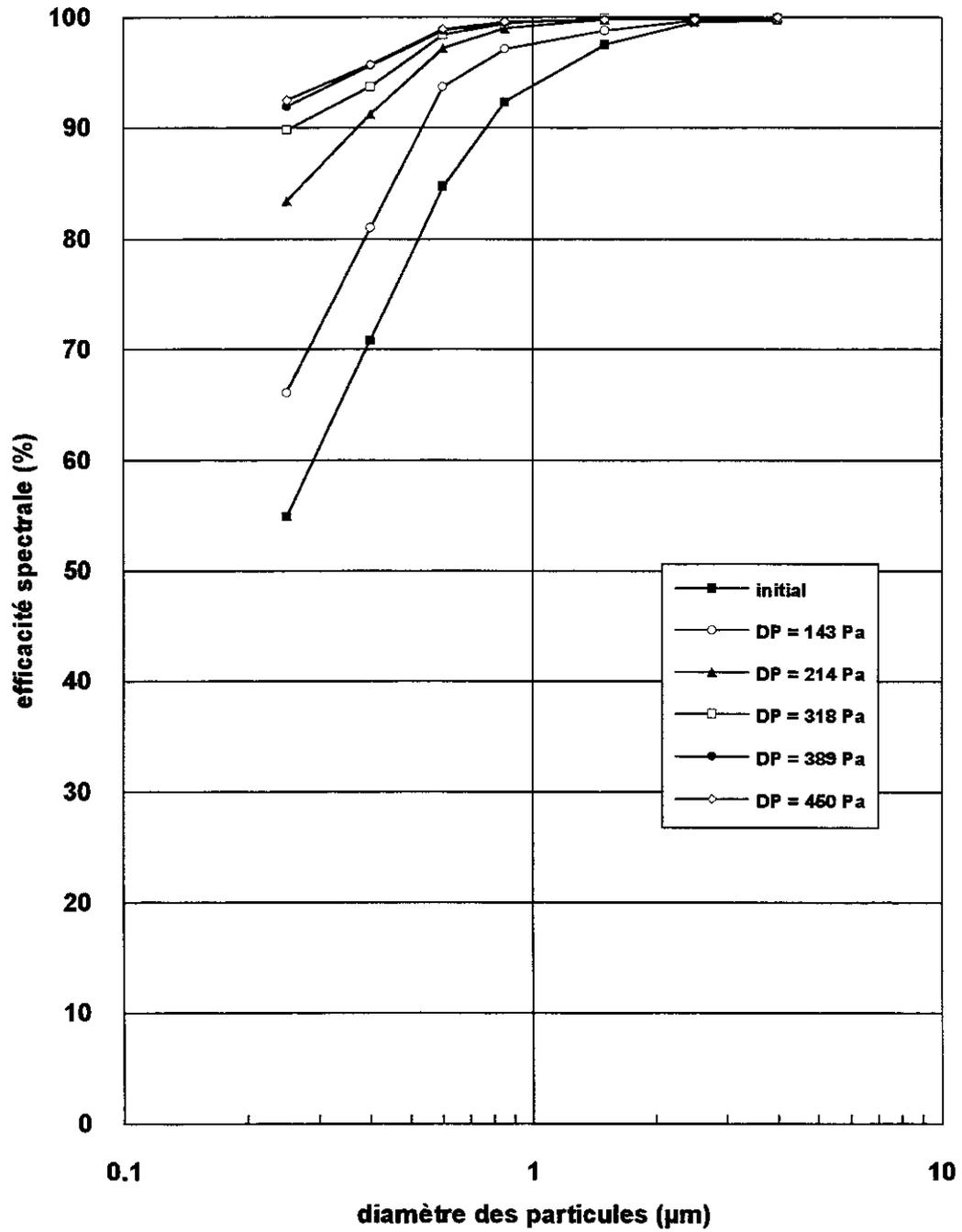
diamètre des particules ( $\mu m$ )	efficacité spectrale (%)						
	initiale $\Delta P = 120 Pa$	$\Delta P = 143 Pa$	$\Delta P = 214 Pa$	$\Delta P = 318 Pa$	$\Delta P = 389 Pa$	$\Delta P = 450 Pa$	pondérée $\Delta P = 450 Pa$
<b>0,2 - 0,3</b>	54,9	66,1	83,4	89,8	91,9	92,5	77,5
<b>0,3 - 0,5</b>	70,8	81,0	91,2	93,7	95,6	95,7	87,0
<b>0,5 - 0,7</b>	84,7	93,7	97,2	98,4	98,8	98,9	95,2
<b>0,7 - 1,0</b>	92,3	97,1	99,0	99,4	99,5	99,6	97,8
<b>1,0 - 2,0</b>	97,5	98,8	99,8	99,9	99,8	99,8	99,3
<b>2,0 - 3,0</b>	99,5	99,7	99,9	99,9	99,9	99,8	99,8
<b>3,0 - 5,0</b>	99,7	99,8	100	99,9	100	100	99,9

perte de charge finale (Pa)	capacité de colmatage (g)	rendement gravimétrique moyen (%)
450	125	> 98

**perte de charge initiale en fonction du débit d'air  
(filtre propre)**



*perte de charge en fonction de la masse de poussière générée*

*efficacité spectrale après les phases de colmatage*

# ANNEXE B

## ANNEXE B

Toutes les pertes de charge mesurées pendant le test doivent être corrigées par rapport à un air de référence de masse volumique  $1,20 \text{ kg/m}^3$  qui correspond aux conditions standard : température  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  , pression barométrique  $101,315 \text{ kPa}$  , humidité relative  $50 \%$  . Cependant, tant que la masse volumique est comprise entre  $1,16$  et  $1,24 \text{ kg/m}^3$  il n'est pas nécessaire d'effectuer les corrections .

La perte de charge d'un filtre peut s'exprimer par :  $\Delta P = c q_v^n$  (1)

où  $c = k \mu^{2-n} \rho^{n-1}$  (2)

et	$\Delta P$ perte de charge, Pa	$k$ constante
	$q_v$ débit d'air, $\text{m}^3/\text{s}$	$\mu$ viscosité dynamique de l'air , Pa.s
	$n$ exposant	$\rho$ masse volumique , $\text{kg/m}^3$

Les lectures du système de mesure du débit d'air doivent être converties en débit volumique aux conditions régnant à l'amont du filtre testé . Avec ces valeurs de débit d'air et les pertes de charge mesurées on peut déterminer l'exposant  $n$  d'après (1) en utilisant une technique des moindres carrés .

Avec une valeur connue de l'exposant  $n$  les pertes de charge mesurées peuvent être ramenées aux conditions standard par l'équation  $\Delta P_0 = \Delta P \left(\frac{\mu_0}{\mu}\right)^{2-n} \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^{n-1}$  (3)

où les paramètres non indicés se réfèrent aux valeurs dans les conditions du test et les paramètres indicés aux valeurs dans les conditions standard :

( $\rho_0 = 1,20 \text{ kg/m}^3$  ,  $\mu_0 = 18,134 \cdot 10^{-6} \text{ Pa.s}$  )

L'exposant  $n$  est habituellement déterminé uniquement avec un filtre propre . Pendant la phase de colmatage l'exposant  $n$  peut changer . Comme il n'est pas envisageable de déterminer les courbes de perte de charge après chaque phase de colmatage, la valeur initiale de l'exposant  $n$  peut être utilisée pendant le test du filtre .

La masse volumique  $\rho$  ( $\text{kg/m}^3$ ) à la température  $t$  ( $^\circ\text{C}$ ) , à la pression barométrique  $P$  (Pa) et à l'humidité relative  $\phi$  (%) peut être obtenue par l'équation  $\rho = \frac{P - 0,378 P_w}{287,06(t + 273,15)}$  (4)

où  $P_w$  (Pa) est la pression de vapeur partielle de l'eau dans l'air donnée par l'équation

$$P_w = \frac{\phi}{100} P_{ws} \quad (5)$$

et  $P_{ws}$  (Pa) est la pression de vapeur saturante de l'eau dans l'air à la température  $t$  ( $^\circ\text{C}$ ) obtenue par l'équation

$$P_{ws} = \dots \exp \left[ 59,484085 - \frac{6790,4985}{t + 273,15} - 5,02802 \cdot \ln(t + 273,15) \right] \quad (6)$$

La viscosité dynamique  $\mu$  (Pa.s) à la température  $t$  ( $^\circ\text{C}$ ) peut être obtenue par l'équation

$$\mu = \frac{1,458 \cdot 10^{-6} (t + 273,15)^{0,5}}{1 + 110,4 / (t + 273,15)} \quad (7)$$

# ANNEXE C

**Exemple de calcul de l'efficacité spectrale**

## 1. COMPTAGE

Exemple de détermination de l'efficacité spectrale initiale.

### 3 Filtre EU7

Particules : latex  
 Compteur de particules : LASAIR 210  
 Débit d'échantillonnage : 28,3 l/mn  
 Temps d'échantillonnage : 30 secondes

diamètre des particules ( $\mu\text{m}$ )	mesures AMONT						
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sub>7</sub>
0,2 - 0,3	65495	65129	64694	61934	60843	59748	58833
0,3 - 0,5	39659	38767	38100	36267	34951	34066	33516
0,5 - 0,7	20335	19876	19349	18314	17391	17104	16725
0,7 - 1,0	16592	15885	15259	14102	13519	13208	12637
1,0 - 2,0	18097	16141	15580	14403	13626	13308	12868
2,0 - 3,0	5378	4581	4485	3960	3883	3714	3573
3,0 - 5,0	1470	1234	1124	1069	1032	948	912

diamètre des particules ( $\mu\text{m}$ )	mesures AVAL					
	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>	n <sub>5</sub>	n <sub>6</sub>
0,2 - 0,3	29964	29403	28362	27713	27406	26068
0,3 - 0,5	11595	11109	10686	10464	10282	9664
0,5 - 0,7	3160	2986	2875	2729	2707	2491
0,7 - 1,0	1251	1154	1109	1151	1033	973
1,0 - 2,0	445	399	387	348	376	299
2,0 - 3,0	22	26	23	14	24	14
3,0 - 5,0	3	1	2	3	2	5

## 2. EFFICACITE SPECTRALE ET INCERTITUDE

Exemple d'efficacité spectrale initiale pour la classe granulométrique 0,3  $\mu\text{m}$  - 0,5  $\mu\text{m}$ .

séquence de comptage	nombre de particules amont	nombre de particules aval	efficacité (%)
1	39659		
2		11595	$E_{0,1} = 70,4$
3	38767		
4		11109	$E_{0,2} = 71,1$
5	38100		
6		10686	$E_{0,3} = 71,3$
7	36267		
8		10464	$E_{0,4} = 70,6$
9	34951		
10		10282	$E_{0,5} = 70,2$
11	34066		
12		9664	$E_{0,6} = 71,4$
13	33516		
efficacité initiale spectrale moyenne			$\bar{E}_0 = 70,8$

$E_{0,1}, E_{0,2}, E_{0,3}, E_{0,4}, E_{0,5}, E_{0,6}$  : efficacités spectrales "ponctuelles"

$\delta = 0,46$  déviation standard

$n = 6$  nombre d'efficacités spectrales "ponctuelles"

$\nu = 5$  degré de liberté

$t_{1-\frac{\alpha}{2}} = 2,57$  valeur dépendant du degré de liberté

$$t_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{\delta}{\sqrt{n}} = 0,48$$

$\bar{E}_0 = 70,8 \pm 0,5 \%$  avec un intervalle de confiance à 95 %

### 3. EFFICACITE SPECTRALE APRES LES PHASES DE COLMATAGE (figure C1)

L'efficacité spectrale est calculée après chaque phase correspondant aux pertes de charges conventionnelles.

diamètre des particules ( $\mu\text{m}$ )	$\bar{E}_0$ (%)	$\bar{E}_1$ (%)	$\bar{E}_2$ (%)	$\bar{E}_3$ (%)	$\bar{E}_4$ (%)	$\bar{E}_5$ (%)
0,2 - 0,3	54,9	66,1	83,4	89,8	91,9	92,5
0,3 - 0,5	70,8	81,0	91,2	93,7	95,6	95,7
0,5 - 0,7	84,7	93,7	97,2	98,4	98,8	98,9
0,7 - 1,0	92,3	97,1	99,0	99,4	99,5	99,6
1,0 - 2,0	97,5	98,8	99,8	99,9	99,8	99,8
2,0 - 3,0	99,5	99,7	99,9	99,9	99,9	99,8
3,0 - 5,0	99,7	99,8	100	99,9	100	100

$\bar{E}_0$  :  $\Delta P = 120$  Pa (efficacité initiale)

$\bar{E}_1$  :  $\Delta P = 143$  Pa

$\bar{E}_2$  :  $\Delta P = 214$  Pa

$\bar{E}_3$  :  $\Delta P = 318$  Pa

$\bar{E}_4$  :  $\Delta P = 389$  Pa

$\bar{E}_5$  :  $\Delta P = 450$  Pa

#### 4. EFFICACITE SPECTRALE PONDEREE (*figure C2*)

$$E_j = \sum_{i=0}^{n-1} \left[ \left( \frac{E_{i,j} + E_{i+1,j}}{2} \right) \frac{M_{i+1}}{M} \right]$$

Exemple pour une perte de charge finale de 450 Pa.

n = 5	M <sub>1</sub> = 30 g	M <sub>2</sub> = 40 g	M <sub>3</sub> = 30 g
	M <sub>4</sub> = 15 g	M <sub>5</sub> = 10 g	M = 125 g

$$E_{0,25} = 77,5 \%$$

$$E_{0,40} = 87,0 \%$$

$$E_{0,60} = 95,2 \%$$

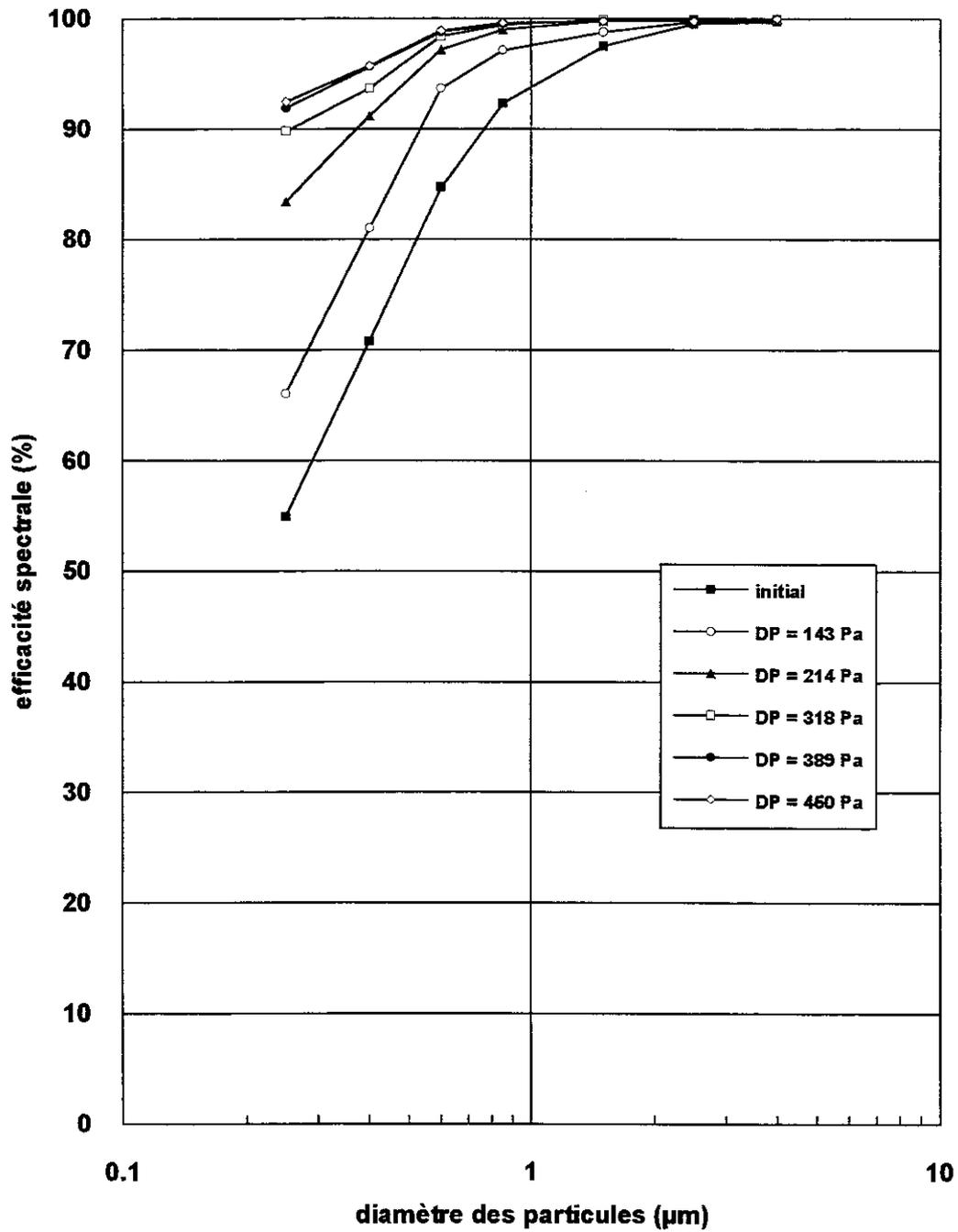
$$E_{0,85} = 97,8 \%$$

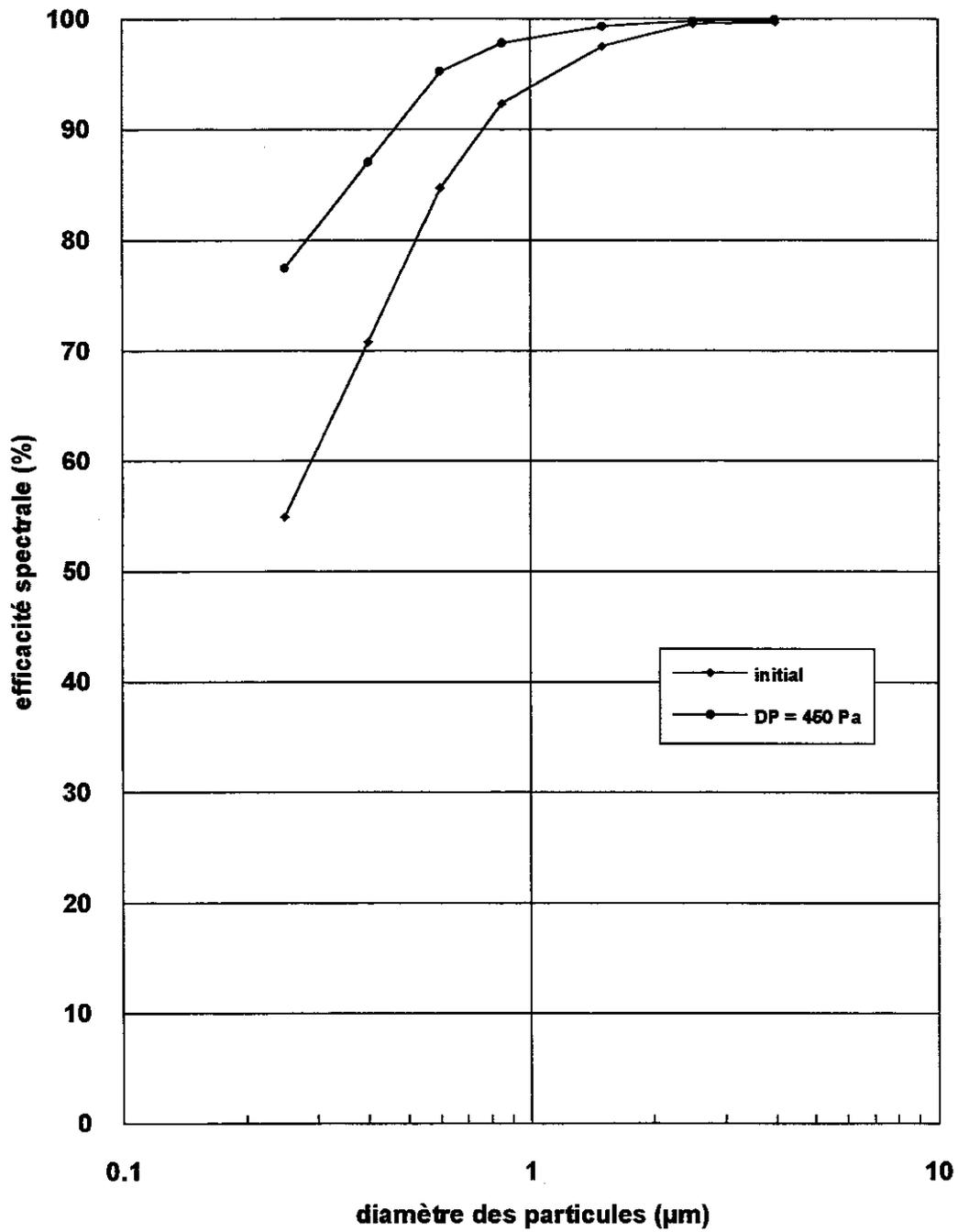
$$E_{1,50} = 99,3 \%$$

$$E_{2,50} = 99,8 \%$$

$$E_{4,00} = 99,9 \%$$

figure C1. Efficacité spectrale après les phases de colmatage.



*figure C2. Efficacité spectrale pondérée.*

# ANNEXE D

## ANNEXE D

## CLASSIFICATION PAR L'EFFICACITE SPECTRALE DES FILTRES " FINS " ET " GROSSIERS "

EUROVENT recommande de répertorier les filtres en différentes classes, de EU1 à EU9 en fonction de l'efficacité moyenne pour des particules de  $0,4 \mu\text{m}$  déterminée conformément à la recommandation EUROVENT 4/9 .

- Le débit d'air sera de  $0,944 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $3400 \text{ m}^3/\text{h}$ ) si le fabricant ne notifie pas un autre débit d'air nominal .
- Perte de charge finale des filtres " Grossiers " ( EU 1 - EU 4 ) : 250 Pa .
- Perte de charge finale des filtres " Fins " (EU 5 - EU 9 ) : 450 Pa .

*Classification selon EUROVENT 4/9 et CEN EN 779*

Classe EUROVENT 4/9	Rendement Gravimétrique moyen (%)	Efficacité moyenne à $0,4 \mu\text{m}$ (%)	Classe CEN EN 779 *
EU1	$A_m < 65$		G1
EU2	$65 \leq A_m < 80$		G2
EU3	$80 \leq A_m < 90$		G3
EU4	$90 \leq A_m$		G4
EU5		$40 \leq E_m < 60$	(F5)
EU6		$60 \leq E_m < 80$	(F6)
EU7		$80 \leq E_m < 90$	(F7)
EU8		$90 \leq E_m < 95$	(F8)
EU9		$95 \leq E_m$	(F9)

\* La classification CEN EN 779 utilise les lettres et chiffres G1, G2, G3, G4, pour les filtres grossiers et F5 à F9 pour les filtres fins . Les filtres fins sont classés suivant le rendement moyen à la tache mais donnent des valeurs comparables aux efficacités spectrales à  $0,4 \mu\text{m}$  .

## Remarques :

- Dans la norme CEN EN 779, la classification est basée respectivement sur une perte de charge finale de 250 Pa et 450 Pa tandis que pour le moment le CEN TC/156 recommande une perte de charge plus basse pour la classification des filtres dans les centrales de traitement d'air ( max 150 Pa pour G1 - G4, 250 Pa pour F5 - F7 et 350 Pa pour F8 - F9 ) .
- En fonction des conditions d'utilisation certains matériaux filtrants chargés électrostatiquement peuvent être neutralisés et perdre leur efficacité . L'effet électrostatique pourrait être vérifié en testant un élément de matière filtrante neutralisée .